

Напруження у зварному шві визначаються за формулою

$$\sigma = \frac{M_o}{W} + \frac{Q_o}{F} = \frac{6m_o}{c^2} + \frac{Q_o}{c} \quad (11)$$

де c – катет шва; m_o - поперечні моменти згину; Q_o - поперечна сила

$$m_o = D(\chi_\phi + \nu\chi_x) \quad (12)$$

$$Q_o = \frac{\partial m_o}{R\partial\phi} + \frac{\partial m_{xpdod}}{\partial x} \quad (13)$$

Проведемо розрахунок для таких значень: $T = 40000\text{Н}$, $\delta = 15\text{мм}$, $R = 250\text{мм}$, $t = 18\text{мм}$, $l = 500\text{мм}$, $r = 200\text{мм}$, $c = 7\text{мм}$, $\delta_k = 12\text{мм}$, $d_k = 15,5\text{мм}$, $E_k = 85 \cdot 10^3\text{МПа}$.

Кільцеві нормальні напруження, які визначені за формулою (9), будуть дорівнювати $\sigma_\phi = 46,92\text{МПа}$.

Місцеві напруження, які будуть виникати в зоні зварних швів, визначені за формулою (11), складають $125,7\text{МПа}$.

Висновки. Проведене дослідження дало змогу отримати методику розрахунку місцевих напружень, які виникають в зоні зварних швів, з урахуванням нерівномірності навантаження, розмірів барабану і канату, коефіцієнта тертя, розмірів і місця встановлення кілець жорсткості, що доказує шкідливість постановки елементів жорсткості на напружений стан обичайки барабана.

УДК 504.67.08:608.4(477)

Бондаренко І.В.

ГО «Регіональний центр науково-технічного розвитку»

МОДЕРНІЗАЦІЯ ДРОБИЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ТВЕРДИХ ВІДХОДІВ В УМОВАХ ЕКОПОСЕЛЕНЬ УКРАЇНИ

Проблема та її зв'язок із науковими та практичними задачами. Сучасна організація мегаполісів та інших розвинених населених пунктів часто характеризується екологічною кризою. Зниження якості життя людини в умовах сучасного міста сприяло початку і стимуляції активного пошуку та розробки альтернативних збалансованих форм урбаністичного заселення територій, придатних для життя груп людей. Однією з узагальнюючих форм процесу деурбанізації сьогодні є концепція екологічних поселень (далі - екопоселень), що створені для організації екологічно чистого простору для життя групи людей, як правило, виходять з прин-

ЛІТЕРАТУРА:

1. Найденко І.С. Шахтні многоканатні підйомні установки / І.С.Найденко, В.Д. Бельй // - М.:Недра, 1979.-390с.
2. Псеванидзе А.В. Расчет шахтних підйомних установок / А.В. Псеванидзе // - М.: Недра, 1992.-250с.
3. Маневич А.И. Напряженное состояние оболочек и диафрагм шахтних підйомних машин / А.И.Маневич, А.И. Бичуч // - Подйомно-транспортна техніка, Науково-технічний та виробничий журнал, Дніпропетровськ, 2003. - № 1.- С.3- 16.
4. Ковальский Б.С. Барабаны грузоподъемных машин/ Б.С. Ковальский, С.В. Кожин. – Харьков: ХВКИУ, 1969.- 164с.
5. Гаркуша Н.Г. Экспериментальное исследование действительных усилий в шахтних підйомних канатах / Н.Г.Гаркуша, Н.А. Черныш, Л.В.Колосов и др. // - Стальные канаты – К.: Техніка, 1967. -№ 4. – С.26 -29.
6. Фидровская Н.Н. Определение прогиба стенки цилиндрической оболочки с учетом краевых шпангоутов.- Сб.научных трудов по материалам научно-практической конференции, Одесса.: 2010,с. 9-13.
7. Фидровская Н.Н., Водолажский В.П. Оценка несущей способности канатного барабана при различных схемах загрузки // Восточно-Европейский журнал передових технологий. -2006.-№1/2 (19)-с.89-90.
8. Фидровская Н.Н., Нестеренко В.В. Определение напряжений в стенке канатного барабана с подкрепляющими кольцами жесткости.// Научовий вісник будівництва. №55.- Харків: ХДТУБА.- с.245-249.

ципів сталого розвитку та організують харчування за рахунок органічного сільського господарства. На ряду із багатьма країнами світу практичне впровадження концепції екопоселень стає все більш актуальним і в Україні. Сьогодні в світі налічується біля 2000 екопоселень.

У нас в країні на даний час цей підхід до комплексного вирішення екологічних проблем має доволі низький рівень розвитку. Але сучасний геополітичний стан країни, разом з очевидною необхідністю екологізації українських мегаполісів, відкриває нові актуальні напрямки його реалізації [1-2].

Аналіз світової практики впровадження деурбанізованих форм поселень доводить їх перспективну ефективність при масовому та масштабному запровадженню, що робить екопоселення одним з можливих шляхів стратегічно ефективного рішення комплексу еколого-соціальних та економічних проблем сучасної України, на який доцільно встати навіть у час відновлення зруйнованої інфраструктури в наслідок військових дій на сході країни. Екологічні наслідки ведення активних бойових подій (в перебігу збройного конфлікту на території Донецької і Луганської областей) суттєво загострюють кризовий стан навколишнього природного середовища даного регіону. Руїнування складної індустріальної інфраструктури призводить до порушення роботи, пошкоджень та руйнувань потенційно небезпечних об'єктів вугледобувної, хімічної, металургійної та інших галузей промисловості, що тягне за собою різке зростання та зміну характеру техногенного навантаження на довкілля. Разом з тим сьогодні виникає гостра необхідність у розробці оптимального підходу до розв'язання задачі відновлення постраждалих населених пунктів. Одним з можливих шляхів виходу з післявоєнної еколого-економічної та соціальної кризи на Донбасі є планування істотної деіндустріалізації окремих його районів і впровадження концепції створення там екопоселень. Питання екологічної реконструкції особливо актуальне для таких найбільш потерпілих районів, що характеризуються високим техногенним навантаженням як: м. Горлівка; м. Слов'янськ; м. Авдіївка; м. Угледорськ; м. Дебальцеве; м. Ясинувата та ін..

Відновлення пошкоджених районів Донбасу шляхом їх екологізації до рівня екопоселень, може мати ряд прогнозованих корисних ефектів, серед яких такі практично значущі перспективи, як [1]:

- здійснення прискореного та економічно рентабельного відновлення малоповерхового житлового фонду шляхом застосування традиційних та сучасних технологій екологічного будівництва із зведенням житлових приміщень з екологічно чистих та доступних матеріалів, з можливістю використання промислово-побутових відходів у технологічних процесах екобудівництва та з частковим вирішенням проблеми розміщення внутрішньо переміщених осіб (біженців);

- зниження енергетичної залежності відновлюваних населених пунктів від зовніш-

ніх поставок енергоресурсів (природного газу, електроенергії, тощо), шляхом розробки та поетапної реалізації заміщення традиційних енергосистем, альтернативними системами енергетичного забезпечення з використанням відновлюваних джерел енергії, розробленими на підставі аналізу еколого-географічних та технічних характеристик регіону, з максимізацією використання незалежних та експлуатації енергозберігаючих систем фонових енергетичного потенціалу різних технологічних процесів;

- підвищення рівня якості життя населення екологічних поселень "міського типу" (шляхом збереження задоволення життєвих потреб сучасної людини на тлі його загальної екологізації життєвого простору з формуванням якісно нових умов життя.

Такий підхід до реалізації майбутніх відновлювальних робіт на Донбасі при необхідному державному фінансуванні дозволить не тільки розробити найбільш ефективні проекти реструктуризації пошкодженого чи знищеного урбанізованого середовища існування людини, але й дасть безпрецедентну можливість кардинального вирішення цілого комплексу базових екологічних проблем промислового регіону, може бути застосований на території всього екологічно напруженого Донецько-Дніпровського басейну, та з часом всієї України [1], що безумовно сприятиме підвищенню якості життя.

Але розвиток даного руху потребує урахування найгостріших екологічних проблем регіонів реалізації проектів деурбанізованих населених пунктів. Однією з таких проблем є – загальнодержавна криза у сфері поводження з відходами, що викликана морально-технічною зношеністю галузевого спеціалізованого обладнання всіх стадій управління відпрацьованими матеріалами.

Аналіз досліджень та публікацій. Відповідно до закону України «Про відходи», одними з основних напрямів державної політики щодо реалізації принципів захисту навколишнього природного середовища та здоров'я людини від негативного впливу відходів є забезпечення ощадливого використання матеріально-сировинних та енергетичних ресурсів, а також, сприяння максимально можливій утилізації відходів шляхом прямого повторного або альтернативного використання ресурсно-цінних відходів та забезпечення комплексного використання матеріально-сировинних ресурсів [3].

Разом з тим, фахівці відмічають катастрофічно низьке використання вторсировини (до 10-15%) [4]. Одним з регресивних чинників даної проблематики є значне енергоспоживання більшості етапів технологічного процесу обробки відходів.

Система переробки некондиційних матеріалів включає в себе різні етапи обробки відходів. Значну частину відходів складають тверді матеріали, до яких відносяться, наприклад, залишки сировини, матеріалу і напівфабрикатів, продукти фізико-хімічної переробки сировини, продукти видобутку і збагачення корисних копалин, побутові відходи, речовини, отримані при очищенні стічних вод і т. ін. [5]. При раціональному поводженні з цими відходами важливим процесом є дроблення.

Сучасні дослідники виявляють ряд істотних недоліків під час експлуатації даних типів дробильних апаратів, серед яких найбільш проблематичним є:

- високе енергоспоживання (питома витрата електроенергії на подрібнення 1 т матеріалів близька до 10 кВт, витрата енергії при подрібненні лише деревинних відходів становить 82 Вт/кг [6]);
- складність технічного обслуговування;
- швидкий знос молотків, плит та інших елементів;
- засмічення конусних отворів;
- забивання колосникової решітки - при дробленні вологих пластичних матеріалів;
- висока вартість елементів конструкцій [7-10].

Аналізуючи сучасний рівень техніки даної сфери застосування, доцільно виділити такі технічні рішення як, наприклад: відомий "метод і апарат для подрібнення зношених шин" [11], що відноситься до способів і пристроїв для дроблення і подрібнення шин для ефективною переробки та повторного використання гумових матеріалів шляхом розділення вбудованих в шинах компонентів із заліза і сталі; «ротор для дроблення» [12], що відноситься до роторів, які використовуються в дробильних машинах; «млин для дроблення матеріалів» [13], що відноситься до галузі дроблення різних матеріалів і може бути використаний в гірничорудній, будівельній, енергетичній і інших галузях промисловості; «спосіб ударного дроблення» [14], що відноситься до способів подрібнення, зокрема до способів ударного дроблення сипких матеріалів та може бути використаний в гірській, гірничорудній, будіве-

льній і інших галузях промисловості, де необхідно подрібнення сипких матеріалів; «система дроблення і отримання дрібнодисперсних матеріалів» [15], що відноситься до установок для дроблення і розділення як по фракційному складу так і по щільності твердих і надтвердих матеріалів і може бути використана для подрібнення, зокрема, руд поліметалів, шлаків, вугільних шлаків, вапняку, крейди, а також будь-яких твердих, надтвердих і в'язких матеріалів; "спосіб дроблення матеріалу в конусній інерційній дробарці" [16], призначений для дроблення матеріалу, зокрема метало- або алмазомістких руд; та ін.

Загальними недоліками цих технічних рішень є великі енерговитрати на виробничий процес, необхідність використання зовнішніх силових установок, підвід зовнішньої енергії, що значно знижує економічність і екологічність виробничих схем.

Постановка задач дослідження. Метою роботи є розробка енергозберігаючого обладнання для дроблення твердих відходів в умовах екопоселень (при утилізації ТПВ, твердих будівельних відходів, інших відпрацьованих, некондиційних матеріалів.

Актуальність роботи полягає в гострій необхідності розвитку і модернізації технічного забезпечення системи поводження з твердими відходами, що обумовлено надмірним накопиченням різних некондиційних матеріалів, що володіють ресурсно-цінними властивостями.

Новизна цієї роботи полягає у принципово новому підході в конструюванні силових установок для забезпечення енергоавтономної роботи дробильного агрегату при переробці твердих відходів з використанням пневмо-гравітаційного електроприводу. Пропонована конструкція технологічного обладнання дозволить підвищити екологічну та економічну ефективність виробництва сировини вторинного використання.

Викладення матеріалу та результати. Надмірне накопичення некондиційних матеріалів характерно для України протягом тривалого часу.

На рис. 1 наведено дані щодо динаміки утворення, використання і утилізації відходів на всій території України.



Рис. 1. Динаміка утворення відходів I-III класів небезпеки, а також, рівень їх утилізації та вторинного використання в період 1999-2011 р.р. [17-18]

Аналіз наведених даних доводить, що в період з 1999 року по 2011 рік рівень щорічного утворення відходів значно перевищує середній рівень обробки (утилізації та переробки) відходів, це вказує на виражену динаміку накопичення некондиційних матеріалів на фоні статичного зниження щорічного приросту їх кількості (у 2011 році в порівнянні з 1999 роком утворення відходів скоротилося на 59 %, разом з тим утилізація та переробка також скоротилася на 57 %). Це вказує на низьку ефективність системи поводження з відходами, її нестабільність та необхідність у модернізації [4,14].

На рис. 2, наведено дані, щодо динаміки утворення та використання відходів I-IV класів небезпеки в Україні у період 2013-2015 роки (без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини зони проведення антитерористичної операції у 2014-2015 р.р.). Аналіз даних рисунку вказує на збереження тенденції накопичення відходів більш широкого діапазону класів небезпеки при низькому рівні утилізації та використання, і зменшення показника обсягів утворення некондиційних речовин лише через скорочення доступних для дослідження території та на фоні несприятливих політ-економічних умов для розвитку виробництв споживчої продукції [4].

В умовах сучасної економічної ситуації та енергетичної залежності України, одним із ключових шляхів поліпшення даної ситуації є підвищення ступеня енергозбереження галузевого технічного забезпечення. Як за-

значається в основних положеннях закону України «Про енергозбереження», одним з основних принципів державної політики у сфері енергозбереження є «пріоритетність вимог енергозбереження при здійсненні господарської, управлінської або іншої діяльності, пов'язаної з видобуванням, переробкою, транспортуванням, зберіганням, виробленням та використанням паливно-енергетичних ресурсів» [18].

З урахуванням зазначених вище недоліків технологічного обладнання для здійснення процесів дроблення (зокрема високого питомого енергоспоживання), як одного з основних етапів переробки твердих відходів, стає очевидною необхідність першочерговості вирішення саме цього аспекту даної проблематики.

У зв'язку з цим запропоновано спеціалізовану принципово нову схему апарату «Дробильний агрегат з гравітаційно-пневматичним електроприводом» (Патент України на винахід №111828) [19]. Агрегат засновано на принципі відомого пристрою – М-Р-А-енергоколона, що складається з корпусу, виконаного у вигляді циліндра, заповненого водою. Циліндр являє собою обладнаний трубчастою системою герметичний резервуар, усередині якого з можливістю обертання закріплені колеса з лопатями, а також вантаж-поршень, сполучений з циліндровою пружиною, і автоматична система клапанів [20].

Принципова схема апарату наведена на рис. 3.

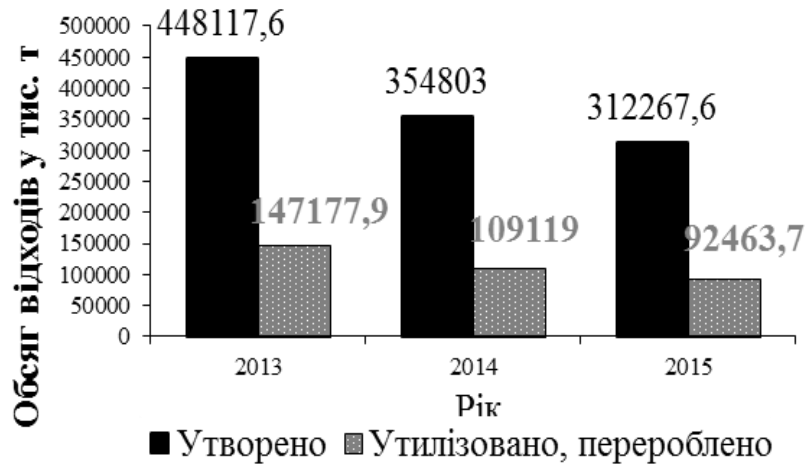


Рис. 2. Динаміка утворення відходів I-IV класів небезпеки, а також, рівень їх утилізації та вторинного використання в період 2013-2015 р.р. [4]

Пристрій відноситься до пристроїв для дроблення і подрібнення некондиційних матеріалів (відходів) ножами, що обертаються, з використанням силових установок об'ємного витіснення. Агрегат може використовуватися в технологічних схемах з утворенням відносно великої кількості відходів, з метою підвищення економічності попередньої механічної обробки матеріалів, що переробляються.

В основу пристрою, який пропонується в роботі, поставлена задача мінімізації енергоспоживання дробильного агрегату при подрібненні відходів, скорочення необхідного додаткового устаткування і підвищення економічності і екологічності процесу дроблення. Поставлена задача досягається тим, що дробильний агрегат з гравітаційно-пневматичним електроприводом складається з дробильного пристрою з опорною конструкцією. Відповідно до пристрою, у склад дробильного агрегату входить циліндровий корпус, в якому з можливістю зворотного поступального руху розміщений дно-поршень, жорстко з'єднаний з системною пружиною, жорстко з'єднана з циліндричним корпусом завантажувальна труба, яка оснащена напівавтоматичним завантажувальним клапаном та труба вивантаження, шарнірно з'єднана з корпусом виконавчого органу (ніж) та його двигун, з'єднаний з пневмопривідним електрогенератором за допомогою електрокабеля, обладнаного тумблером управління, жорстко з'єднаний з циліндричним корпусом за

допомогою пневмомагістралі пневмомеханічний бак акумуляції.

Згідно одному з варіантів пристрою, виконуючий орган містить п'єзоелементи, електроди відбору електричного імпульсу і електрогенератора.

Стосовно ще одного з варіантів пристрою, пневмомеханічний бак акумуляції може бути виконаний у вигляді співвісної муфти, що включає циліндровий корпус, кільцеподібний поршень і циліндрову пружину.

В дробильному агрегаті, який пропонується, досягається задача мінімізації енергоспоживання при подрібненні відходів, скорочення необхідного додаткового устаткування і підвищення економічності і екологічності процесу дроблення завдяки тому, що під впливом ваги відходів, дно-поршень витісняє стиснене повітря з корпусу пристрою в приводний відсік і стискає системну пружину, акумулюючи їх кінетичну енергію, що приводить в дію електрогенератор (генеруючі електричний імпульс), після чого газоподібне середовище надходить і накопичується у пневмомеханічному баку з можливістю повернення в основний корпус через приводний відсік повторно запускаючи генератор, що обумовлено ефектом зворотного всмоктування повітря при підйомі дно-поршня в процесі дроблення і автоматичного видалення матеріалу, що переробляється із зони дроблення вбудованим компресором.

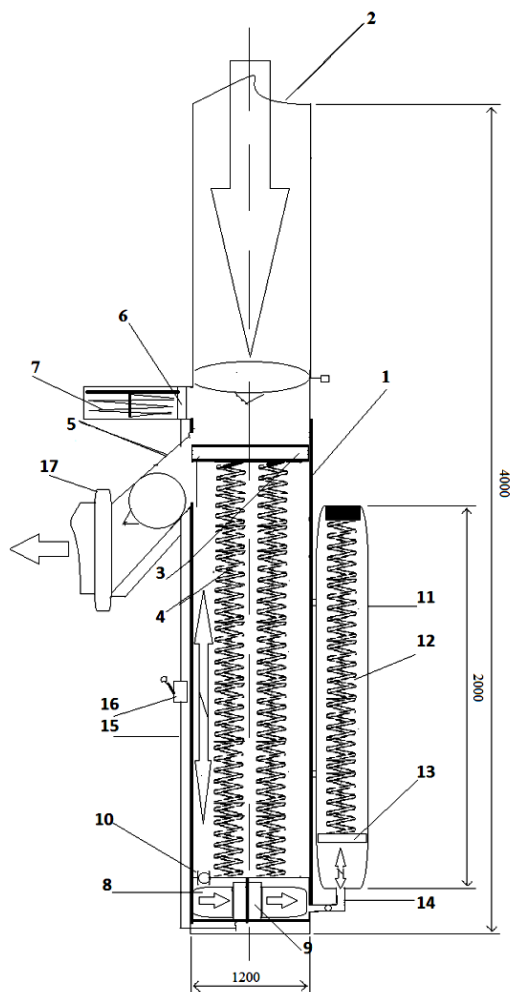


Рис. 3. Принципова схема дробильного агрегата с гравітаційно-пневматичним електроприводом (базовий варіант)

1 – корпус; 2 – завантажувальна труба; 3 – дно-поршень; 4 – центральна пружина; 5 – труба вивантаження; 6 – електродвигун; 7 – ніж; 8 – лопать турбіни; 9 – генератор; 10 – пусковий отвір; 11 – бак пневмоакумуляції; 12 – пружина бака 11; 13 – поршень бака 11; 14 – пневмотруба; 15 – електрокабель; 16 – тумблер; 17 – компресор

Пропонований пристрій містить дно-поршень 3, що знаходиться в циліндровому корпусі 1, сполучений з пружиною 4. Корпус 1 жорстко сполучений із завантажувальною трубою 2 і трубою вивантаження 5, забезпеченою клапаном і електропривідним компресором 17.

Корпус також має бічну «кишеню», що містить в собі електродвигун 6 і виконавчий орган 7. Циліндр 1 в нижній своїй частині забезпечений приводним відсіком до складу якого входить електрогенератор 9, обладнаний лопатями 8. Генератор 9 сполучений з

електродвигуном 6 і компресором 17 через електрокабель 15, який оснащений тумблером 16. Корпус пристрою сполучається з приводним відсіком за допомогою отвору 10. Пневмомеханічний бак акумуляції 11 включає поршень 13, закріплений на пружині 12. Бак 11 сполучається з приводним відсіком за допомогою клапанної труби 14. Виконавчий орган 7 може містити п'єзоелементи 18, леза 19, електроди для відбору електричного імпульсу 20 та електрогенератор 21. Також пристрій може мати пневмомеханічну муфту акумуляції 22, розташовану співвісно з корпусом 1, і циліндрову пружину 23, а також кільцевий поршень 24.

Робота пропонованого пристрою виглядає таким чином. Поступаючи через оснащену одностороннім клапаном завантажувальну трубу 2, сировина заповнює внутрішній простір корпусу 1, впливаючи на дно-поршень 3, знижуючи його рівень по вертикальній осі та стискаючи пружини 4. Як наслідок, відбувається плавне витіснення стислого повітря, що знаходиться під дно-поршнем 4, в приводний відсік через отвір 10 (який можливо, оснащено соплом для підвищення пневматичного зусилля), сприяючи обертанню лопатей 8, і початку функціонування електрогенератора 9.

Електроенергія, що виробляється генератором, накопичується вбудованим акумулятором з можливістю подальшого використання для роботи пропонованого пристрою. Проїшовши через приводний відсік, стисле повітря поступає в пневмомеханічний бак акумуляції 11 за допомогою оснащеної клапаном труби 14. Поступове заповнення бака спричиняє за собою дію на поршень 13, і стиснення пружини 12 (рис. 3). Також, можливе двотактне завантаження сировини, при якому повністю заповнюється завантажувальна труба 2, після чого відбувається відкриття напівавтоматичного клапана, що знаходиться в корпусі пристрою, що спричиняє за собою одномоментний тиск маси сировини на поршень 3. При цьому завантаження агрегату може бути продовжене. Після максимального завантаження агрегату сировиною і граничного зниження dna-поршня 3 відбувається автоматичне перемикання (наприклад, за допомогою електрореле) вбудованого в генератор 9, акумулятора в режим живлення та передачі електричного імпульсу за допомогою кабелю 15, електродвигуну 6, а також, компресору 17.

Електродвигун 6, приводить в дію виконавчий орган - ніж 7. З метою запобігання механічних пошкоджень, виконавський орган може бути розміщений в бічній «кишені» корпусу 1, з можливістю висунення в зону дроблення.

Обертання висунутого ножа здійснює дроблення сировини. Приведений в дію, компресор 17, що знаходиться в розвантажувальній трубі 5, відкриває односторонній запобіжний клапан і поступово видаляє подрібнені фракції сировини із зони дроблення.

У міру подрібнення матеріалів, відбувається підвищення dna-поршня 3, шляхом використання кінетичної енергії пружин 4, і дозована подача сировини в зону дроблення. Паралельно руху dna-поршня 3, в автоматичному режимі здійснюється поворотне всмоктування стислого повітря з бака 11, шляхом його проходження через трубу 14, надходження в приводний відсік, а також, проникнення в простір під dna-поршнем 3, за допомогою отвору 10. При цьому, відбувається обертання лопатей 8, і фонові генерація електроенергії генератором 9, що сприяє підтримці енергоживлення системних елементів 6 і 17. В процесі поворотного всмоктування стислого повітря, пружина 12 впливає на поршень 13, витісняючи газове середовище з бака 11. Після повного видалення подрібнених фракцій сировини із зони дроблення і відновлення початкового рівня dna-поршня 3, агрегат готовий до завантаження сировини. Збільшення вироблюваної генератором 9 електроенергії прямо пропорційно збільшенню насипної щільності сировини, що переробляється. Швидкість обертання виконавчого органу і його ріжуче зусилля також можуть бути скоректовані додатковою подачею робочого середовища (стислого повітря) в корпус 1 або в бак 11 за допомогою можливого заправного патрубку труби 14. Проте, дана процедура не є обов'язковою.

Процес роботи дробильного агрегату може контролюватися за допомогою тумблера 16, шляхом припинення або відновлення електроживлення елементів 6 і 17.

Конструкція пропонованого пристрою може мати особливу будову виконавчого органу 7. Згідно одному з варіантів виконання, ніж 7 має енергогенеруючу функцію, і містить п'єзокристалічну пластину 18, розташовану між двома лезами 19. В центрі п'єзокристалічної пластини розташовані електроди і електрогенератор 20, суміщений

з приводним валом 21, сполученим з лезами 19 з можливістю обертання останніх. При обертанні виконавчого органу даної конструкції, опір сировинної маси використовується для генерації додаткового електричного імпульсу. Процес експлуатації ножа 7 з супутньою генерацією електроенергії виглядає таким чином: після початку дроблення сировини, шляхом приведення в рух виконавчого органу електродвигуном 6, енергія механічних перевантажень, які утворюються на лезах 19 передається п'єзокристалічній пластині, що приводить до стиснення п'єзоелемента і продукуванню електричної сили - (протікає відомий прямий п'єзо ефект). За допомогою електродів, електричний імпульс поступає на електродвигун 20 (або на акумуляторну батарею) з подальшим її використанням і приведення в дію дискових опор лез 19, забезпечуючи додаткове ріжуче зусилля (рис. 4).

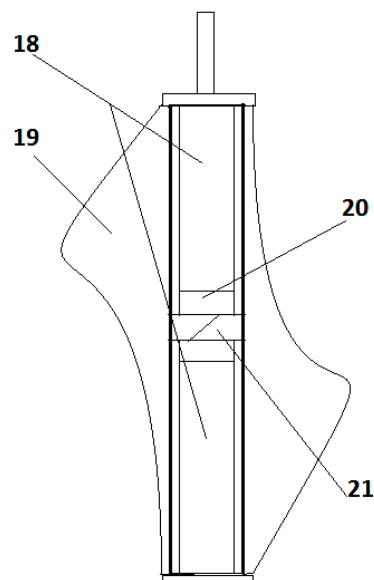


Рис. 4. Схема виконавчого органу (ножа) з функцією фонові енергогенерації
18 - п'єзокристалічна пластина; 19 - леза; 20 - електрогенератор; 21 - приводний вал

Леза виконавчого органу 7 можуть бути виготовлені з матеріалу з п'єзокристалічними вкрапленнями, що підвищить дію на матеріал, що переробляється.

Ще одним варіантом пропонованого дробильного агрегату передбачено, що бак 11 може бути виконаний у вигляді пневмомеханічної муфти акумуляції 22, розташованій співвісно з корпусом 1, і що містить циліндрову пружину 23, а також, кільцевий поршень 24 (рис. 5).

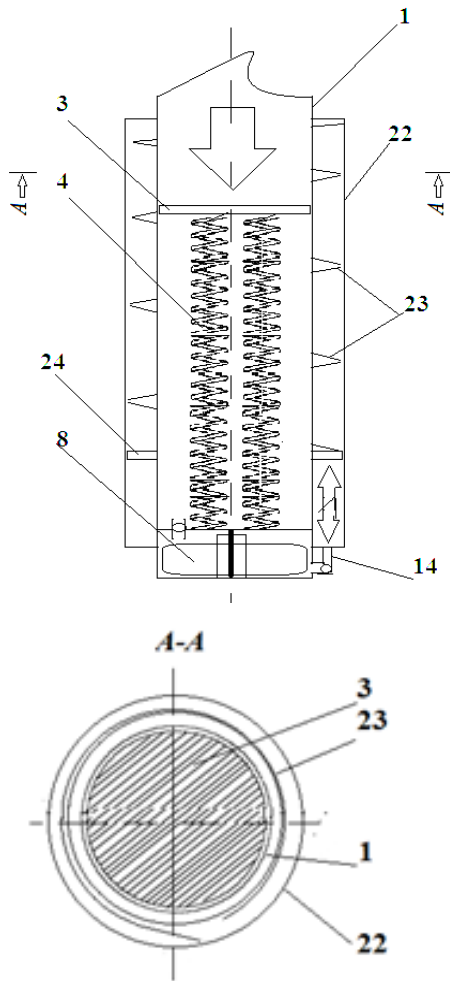


Рис. 5. Схема розташування пневмомеханічної муфти акумуляції (у подовжньому та поперечному розрізі)
 1 – корпус; 3 – дно-поршень; 4 – центральна пружина; 8 – лопать турбіни; 14 – пневмотруба; 22 - пневмомеханічна муфта акумуляції; 23 - циліндрова пружина; 24 – кільцевий поршень

Таке виконання агрегату дозволить досягти підвищення ступеня симетричності елементів пристрою, мінімізації ризиків механічних пошкоджень при транспортуванні і монтажі.

З метою передбачення та запобігання порушень роботи агрегату, викликаних можливим зношенням пружин 4 та 12, поршень 13 може бути жорстко з'єднаний зі штоком ручної корекції 26, вертикально розміщеним у баку 11, з можливістю зворотно-поступального руху співвісно пружині 12, крізь отвір у верхній частині баку 11, та оздобленим скобами-сходами 25 (рис. 6). При цьому скоби-сходи також розміщені на

боковій зовнішній поверхні бака 11, з утворенням аварійної дробини.

Експлуатування штока 26 виглядає наступним чином. У випадку недостатнього підйомно-всмоктувального зусилля пружин 4 та 12 при зворотному всмоктуванні, оператору роботи дробильного агрегату необхідно скористатися боковою дробиною та залізити на неї. Вага тіла оператора надасть поршню 13 додаткового зусилля витиснення, що викликає витиснення залишкового повітря з бака 11 до корпусу 1, що дозволить нормалізувати роботу агрегату до проведення ремонтних робіт.

Агрегат при роботі може забруднюватися матеріалами, що переробляються, та потребувати технічного обслуговування у виді промивання. З метою здійснення очищення, агрегат може бути оздоблено трубою гідрорежиму 27 (рис.7). Для реалізації процесу промивання у загрузочну трубу 2 подається технічна рідина (наприклад, технічна вода з миючим розчином) до повного її заповнення при заблокованому клані.

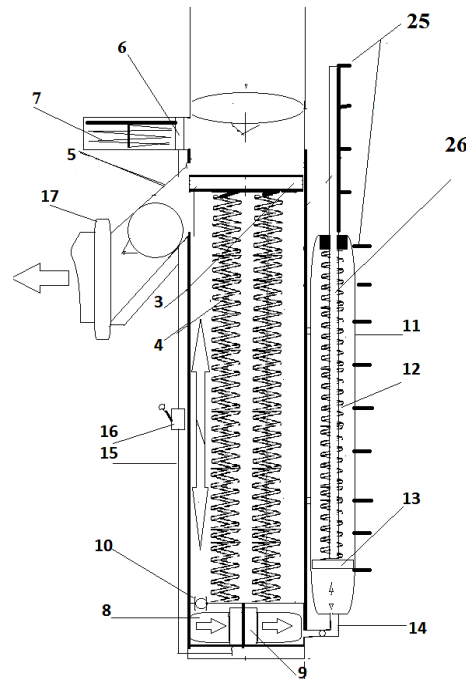


Рис. 6. Схема розташування штока ручної корекції: 25 – скоби-сходи; 26 – шток ручної корекції

Після максимального заповнення клапан труби 2 відкривається вручну, та робоча речовина потрапляє у зону дроблення, діючи на дно-поршень, знижуючи його рівень і запускаючи роботу генератора 9. При цьому труба 5 закривається герметично.

Після максимального зниження dna-поршня 3, відкриваються крани та клапани труби 27 (при заблокованому крані у зливному патрубку 28). Далі технічна вода під тиском dna-поршня 3, потрапляє у трубу 2. Після заповнення труби цикл повторюється. Також рідина може бути видалена з системи шляхом відкриття крану у патрубку 28 та зливу. У результаті здійснюється промивання робочих поверхонь агрегату та фонові генерація електричної енергії, яка може бути акумульована для забезпечення подальшої роботи агрегату. Також енергія може бути накопичена для реалізації роботи технічного забезпечення на наступних стадіях переробки відходів. Таким чином агрегат у гідрорежимі може використовуватися як електрогенератор. Завдяки габаритам і геометричним формам пропонованого пристрою, агрегат (табл. 1) може експлуатуватися як архітектурний елемент, виконуючи функції підтримуючої колони виробничої або житлової будівлі (наприклад, цехи по переробці відходів і екологічно ефективні будинки).

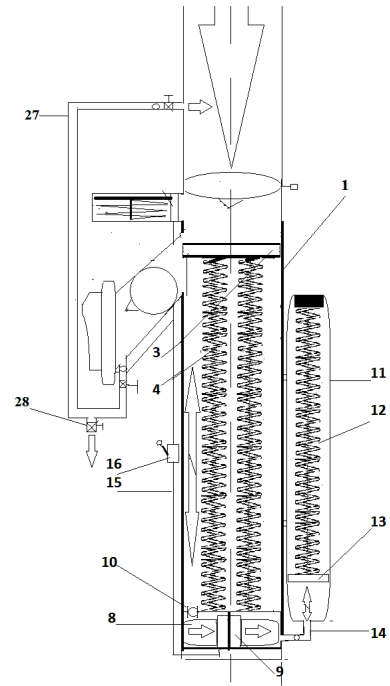


Рис. 7. Схема дробильного агрегату з трубою гідрорежиму
27 – труба гідрорежиму; 28 – зливний патрубок

Таблиця 1 – Можливе співвідношення параметрів дробильного агрегату (орієнтовано на подрібнення твердих побутових відходів з насипною щільністю = 0,3 т./м³) з урахуванням циліндрової форми корпусу пристрою

Найменування параметра	Значення / розмірність
Загальна висота агрегату	4 м
Діаметр корпусу агрегату (без урахування пневмомеханічної муфти акумуляції)	1,2 м
Об'єм загального робочого завантаження	3,95 м ³
Об'єм завантажувальної труби (над ваговим клапаном)	1,92 м ³
Максимальний об'єм динамічної робочої камери (під ваговим клапаном)	2,04 м ³
Максимальне циклічне завантаження (у два такти)	1,185 т
Продуктивність 1-го такту (1/2 циклу)	592 кг
Площа робочої поверхні dna-поршня	1,128 м ²

Висновки. У запропонованому пристрої вирішується задача енергозбереження процесів дроблення некондиційних матеріалів (відходів) і підвищення безпеки утилізації відходів, енергетична незалежність виробничого устаткування і значна автоматизація даного процесу і, як наслідок, його економічність. З урахуванням цього, можна стверджувати, що практичне та систематичне застосування запропонованої технологічної схеми запатентованого дробильного аг-

регату з гравітаційно-пневматичним електроприводом, як елемента спеціалізованих технологічних ліній, сприятиме розвитку і підвищенню ефективності переробки твердих відходів в умовах екопоселень «міського типу» (при утилізації ТПВ, твердих будівельних відходів, інших відпрацьованих, некондиційних матеріалів, так і в процесі техніко-екологічної модернізації традиційних міст.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бондаренко І.В. Один зі шляхів відновлення Донбасу / І.В. Бондаренко // «Хімія та сучасні технології». VII Міжнародна науково-технічна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених. м. Дніпропетровськ - 27-29 квітня 2015 р. // Тези доповідей // IV том – С. 63-64.
2. Бондаренко І.В., Парфенюк О.С. Розробка концепції поводження з відходами в умовах екопоселень України / І.В. Бондаренко, О.С. Парфенюк // Проблеми екології, 2014. - №1 (33). – С. 46-53.
3. Закон України «Про відходи»/ [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80> / Загл. з екрану.
4. Галушкіна Т.П. Менеджмент отходов на региональном уровне / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://waste.ua/cooperation/2004/thesis/galushkina.html> / Загл. з екрану.
5. Михалева З. А., Коптев А. А., Таров В. П. Методы и оборудование для переработки сыпучих материалов и твёрдых отходов/ Тамбов, Издательство ТГТУ, 2002 – 62 с.
6. Анализ вариантов технологий получения древесных топливных гранул / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.solidwaste.ru/publ/view/237.html> / Загл. з екрану.
7. Назначение роторной дробилки / [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://www.stone-crushers.ru/rotornie_drobilki.html / Загл. з екрану.
8. Роторная дробилка / [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://b2prom.ru/rotornaaya-drobilka/> / Загл. з екрану.
9. Подготовка и переработка сырьевых материалов / [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://ceramis.ru/index.php?id=55> / Загл. з екрану.
10. Проблемы эксплуатации измельчителей ударного действия и возможные пути их решения / [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://www.rusnauka.com/28_NII_2012/Tecnic/3_117733.doc.htm / Загл. з екрану.
11. Pat. № 6481650 United States of America, IPC B02C 1912 / «Method and apparatus for crushing waste tires» / Seiichi Mori, Toyama, applicant and patentee: Mori Manufactory Co., Ltd., Toyama. - № 09674804, Appl. 07.11.2000, publ. 19.11.2002.
12. Pat. № 6481655 United States of America, IPC B02C 1818 / «Rotor for crushing» / Kurt P. Feigel-junior, the applicant and patentee: Universe Machine Corporation, Edmonton. - № 09536602, Appl. 28.03.2000, publ. 19.11.2002.
13. Пат. № 62683 Україна МПК B02C 13/06, B02C 13/09. «Млин для дроблення матеріалів» / Волошін О.І. та інші; заявник та патентовласник: Закрите акціонерне товариство «Новокаматорський машинобудівний завод». - №u201101511; Заявл.10.02.2011; Опубл. 12.09.2011.
14. Пат. № 87351 Україна, МПК B02C 13/00. «Спосіб ударного дроблення» / Слепян В.Й. та інші; заявники та патентовласники: Слепян Віктор Йосипович, Логінов Ігор Георгійович. - №a200708873; Заявл.01.08.2007; опубл. 10.07.2009.
15. Пат. № 42135 Україна, МПК B02C 21/00, B02C23/00. «Система дроблення і одержання дрібнодисперсних матеріалів» / Піддубняк А.Г. та інші; заявники та патентовласники: Піддубняк Анатолій Григорович, Єрьомин Олександр Серафимович. - №u200900377; Заявл.19.01.2009 ; опубл. 25.06.2009.
16. Пат. №2174444 Рос.Федерация: МПК B02C 2/00. «Способ дробления материала в конусной инерционной дробилке» / Зарогатский Л.П. и др.; заявители и патентообладатели: Зарогатский Леонид Петрович, Белоцерковский Константин Евсеевич. - 99113210/03; Заявл. 21.06.1999; опубл. 10.10.2001.
17. Статистична інформація [Електронний ресурс]/ Державна служба статистики України / Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/> / Загл. з екрану.
18. Бондаренко, І. В., Беляєва І. В. Модернізація системи транспортування твердих побутових відходів // Проблеми екології. – № 1–2 (27). – 2011. – С. 80–89.
19. Пат. №111828 Україна: МПК16 B02C 19/00, F01B 31/00, B26D 3/00, B02C 18/06 (2006). Дробильний агрегат з гравітаційно-пневматичним електроприводом / І.В. Бондаренко; заявник та патентовласник: Бондаренко Іван Валерійович. - № a201304265 Заяв.: 05.04.2013; Публ. 24.06.2016.
20. Пат. №48686 України: МПК9 F 03C 99/00, F 03G 3/00. МРА-енергоколона / І. В. Бондаренко; заявник і патентовласник І. В. Бондаренко. - №u200911063; Заявл. 02.11.2009; Опубл. 25.03.2010. Бюл. №б.