

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В БУДІВНИЦТВІ

УДК 629.114.4

**ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРЕСУВАННЯ
ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ У СМІТТЄВОЗАХ**

О.В. Березюк

Вступ. Постановка проблеми

Останнім часом все більше уваги приділяється проблемам збору та утилізації твердих побутових відходів (ТПВ), що пов'язано насамперед зі щорічним зростанням кількості їхнього утворення та проблемами, які виникають внаслідок експлуатації полігонів та сміттєзвалищ для їхнього зберігання. Річний об'єм ТПВ, що утворюються в населених пунктах України в 2007 році перевищив 46 млн. м³. Переважна їх більшість захоронюється на 4530 полігонах та сміттєзвалищах загальною площею майже 7,7 тис. гектарів та лише частково утилізується на сміттєспалювальних заводах або перероблюється. Лише протягом 1999-2007 рр. загальна площа полігонів та сміттєзвалищ в Україні зросла в 2,5 рази. При цьому зросла площа (більше ніж в 2,5 рази) перевантажених, а також особливо тих полігонів та 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 ТПВ сміттєвозами до місця їх утилізації при мінімальній відстані 30 км, що відповідає розмірам санітарної зони, витрачається більше 45 тис. тонн пального. Тому після вивантаження кожного контейнера з ТПВ в бункер сміттєвоза обов'язково виконується операція статичного їх ущільнення. При вищому коефіцієнті ущільнення краще використовується об'єм кузова та вантажопідйомність автомобіля, зменшуються витрати палива а, отже, і вартість перевезень. У сміттєвозах вітчизняного виробництва, які ущільнюють ТПВ за допомогою гідропривода в статичний спосіб, відходи вдається ущільнювати в 2,2 рази, що значно менше ніж на кращих світових зразках цієї техніки. Згідно із Постановою Кабінету Міністрів України № 265 [2], забезпечення застосування сучасних вискоефективних сміттєвозів у комунальному господарстві країни є актуальною науково-технічною задачею.

Аналіз останніх досліджень

Аналіз [3] розробок в галузі ущільнення ТПВ показав, що поряд із традиційними способами ущільнення ТПВ за допомогою плити пресування, у сміттєвозах, наприклад, ROTOPRESS фірми FAUN KUKA відходи пресуються за допомогою пресового шнека в кузові, який має форму обертового барабана, що приводиться в дію за допомогою гідравлічного привода, який складається з аксіально-поршневого регульованого насоса і аксіально-поршневого двигуна [4]. Таке технічне вдосконалення підвищує ефективність, але є досить громіздким і складним.

Формулювання мети досліджень

Метою дослідження є виявлення шляхів підвищення коефіцієнта ущільнення твердих побутових відходів для збільшення продуктивності серійних сміттєвозів, а також скорочення приросту площі земель, відведених під полігони та сміттєзвалища, що призведе, в свою чергу, до зниження темпів погіршення екологічної ситуації.

Виклад основного матеріалу

Як вказують автори [5], ТПВ мають у своєму складі велику кількість вологи (від 39 до 53 %), в основному, за рахунок фракції харчових відходів. Зі збільшенням вологості підвищується густина ТПВ. У найближчому майбутньому за рахунок збільшення кількості різних пакувальних матеріалів густина ТПВ великих міст знизиться з 210 до 100 кг/м³. У великих містах Європи й Америки густина ТПВ уже наблизилась до цього показника.

Наявність вологи у ТПВ значно збільшує їхню масу (в 1,64...2,12 рази), що викликає зайві витрати при їх транспортуванні, а також при захороненні на полігонах та сміттєзвалищах. В процесі ущільнення ТПВ в сміттєвозі наявна волога знижує їх коефіцієнт ущільнення, тому що за існуючого тиску пресування вода практично не стискається.

Волога, яка в значній кількості міститься у ТПВ, сприяє утворенню так званого фільтрату - рідини, що виділяється в процесі гниття елементів фракції харчових відходів. Ця шкідлива речовина здатна забруднювати не тільки підземні та поверхневі води населених пунктів в районах захоронення ТПВ, але й проїжджі частини населених пунктів, через які пролягає маршрут їх транспортування, в наслідок тривалої вібраційної дії нерівностей дорожнього покриття на автомобіль-сміттєвоз, а значить і на його вантаж - ТПВ.

Вологість суттєво впливає на підвищення питомої теплоємності ТПВ, оскільки вода має максимальну серед інших речовин питому теплоємність (4190 Дж/(кг·°C)), що збільшує витрати енергії при термічному способі їх утилізації (спалюванні). Залежність питомої теплоємності ТПВ від їхньої вологості описується таким виразом, Дж/(кг·°C) [6]

$$C_{ТПВ}=21,9P+2000, \quad (1)$$

де P - процентна вологість ТПВ.

Отже, за рахунок вологості питома теплоємність ТПВ зростає з 2000 до 2854...3161 Дж/(кг·°C) або в 1,43...1,58 рази, порівняно із сухими відходами.

Таким чином, наявність вологи у ТПВ має такі недоліки:

- 1) суттєво збільшує масу ТПВ, викликаючи зайві витрати при їх:
 - а) транспортуванні;
 - б) захороненні на полігонах та сміттєзвалищах;
 - 2) погіршує санітарно-епідемічний стан населених пунктів:
 - а) через які пролягає маршрут транспортування ТПВ, забруднюючи проїжджу частину рідиною, що витікає з кузова сміттєвоза при тривалій вібраційній дії нерівностей дорожнього покриття на ТПВ;
 - б) розташованих поблизу місць захоронення ТПВ, забруднюючи підземні та поверхневі води фільтратом;
 - 3) підвищує питому теплоємність ТПВ, збільшуючи витрати на їх спалювання.
- Знизити вологість ТПВ можна методом глибокого пресування ще на стадії їх завантаження в кузов сміттєвоза. Значення тисків пресування, при яких з ТПВ виділяється різна процентна кількість вологи, наведені в роботах [5], зведені в табл. 1.

Таблиця 1

Значення тисків пресування, при яких з ТПВ виділяється різна процентна кількість вологи

Тиск пресування, МПа	Процентна кількість вологи, що виділяється, %
0,4	0
10	80
20	90
60	100

Як видно із табл. 1 залежність між тиском пресування ТПВ p_n і процентною кількістю видавленої вологи Π_B , є суттєво нелінійною і, на наш погляд, може бути описана такими математичними залежностями:

$$p_n = e^{A\Pi_B+B} + C\Pi_B + D; \quad (2)$$

$$\Pi_B = E \ln(p_B + F) + Gp_B + H, \quad (3)$$

де A, B, C, D, E, G, H - коефіцієнти регресії.

При цьому залежність (2) може бути використана для оптимізації параметрів

спецобладнання сміттєвоза, а залежність (3) – при розробці математичної моделі процесу пресування ТПВ із видаленням вологи.

Для визначення коефіцієнтів регресії, які входять до рівнянь (2), (3), використано пакет прикладних програм MathCAD 2000. Знаходження цих коефіцієнтів зводилось до чисельного розв'язання систем чотирьох алгебраїчних нелінійних рівнянь, де невідомими були самі коефіцієнти при різних значеннях тиску пресування ТПВ p_n і процентної кількості видавленої вологи Π_B (див. табл. 1). Значення знайдених коефіцієнтів наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Значення коефіцієнтів регресії рівнянь, які входять до рівнянь (2), (3)

Коефіцієнт	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
Значення	0,145	-10,6	0,085	0,4	17,36	-0,315	-0,231	42,89

З врахуванням значень коефіцієнтів регресії, рівняння (2), (3) набувають такого вигляду:

$$p_n = e^{0,145\Pi_B - 10,6} + 0,085\Pi_B + 0,4; \quad (4)$$

$$\Pi_B = 1(p_n - 0,4)(17,36 \ln(p_n - 0,315) - 0,231p_n + 42,89), \quad (5)$$

де 1() - одинична функція.

На основі рівнянь (4), (5) побудовані графічні залежності між тиском пресування ТПВ p_n і процентною кількістю видавленої вологи Π_B , які подано на рис. 1.

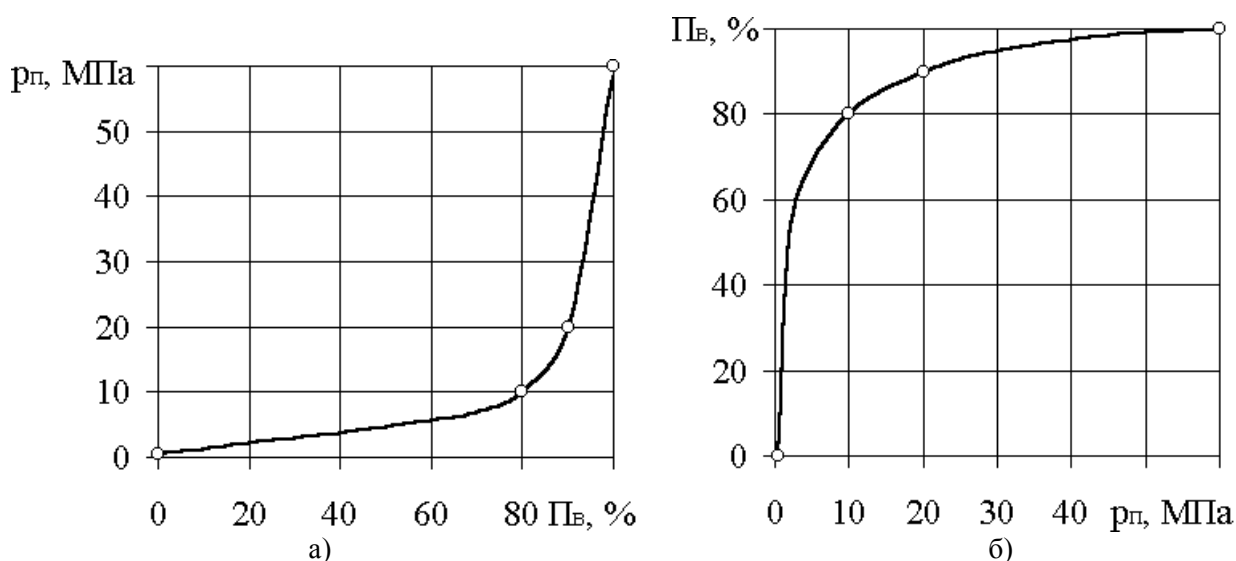


Рис. 1. Залежність між тиском пресування ТПВ p_n і процентною кількістю видавленої вологи Π_B : а) $p_n = f(\Pi_B)$; б) $\Pi_B = f(p_n)$

Оскільки тиск пресування ТПВ, при якому з них починає видавлюватись волога, знаходиться в межах 0,25...1 МПа (залежно від початкової вологості), що значно перевищує тиск пресування у відомих конструкціях сміттєвозів, який складає лише 0,02...0,1 МПа, то волога з ТПВ не може бути видавлена під час їх завантаження в існуючих конструкціях сміттєвозів. Тому, на наш погляд, перспективним є створення принципово нової конструкції сміттєвоза, яка дозволить пресувати ТПВ з тиском, при якому виділяється переважна частина вологи.

Як вказують автори [5], при видаленні з ТПВ 80...90 % вологи відбувається їх стабілізація на деякий час, тому що залишку вологи недостатньо для активної життєдіяльності мікроорганізмів, а досягнутий високий коефіцієнт ущільнення ускладнює доступ кисню в ТПВ.

Експериментально встановлено залежності між тиском пресування ТПВ та їхньою відносною деформацією ε і коефіцієнтом ущільнення k_y , як з врахуванням ефекту видавлювання

вологи, так і без врахування останнього. Ці залежності показано на рис. 2.

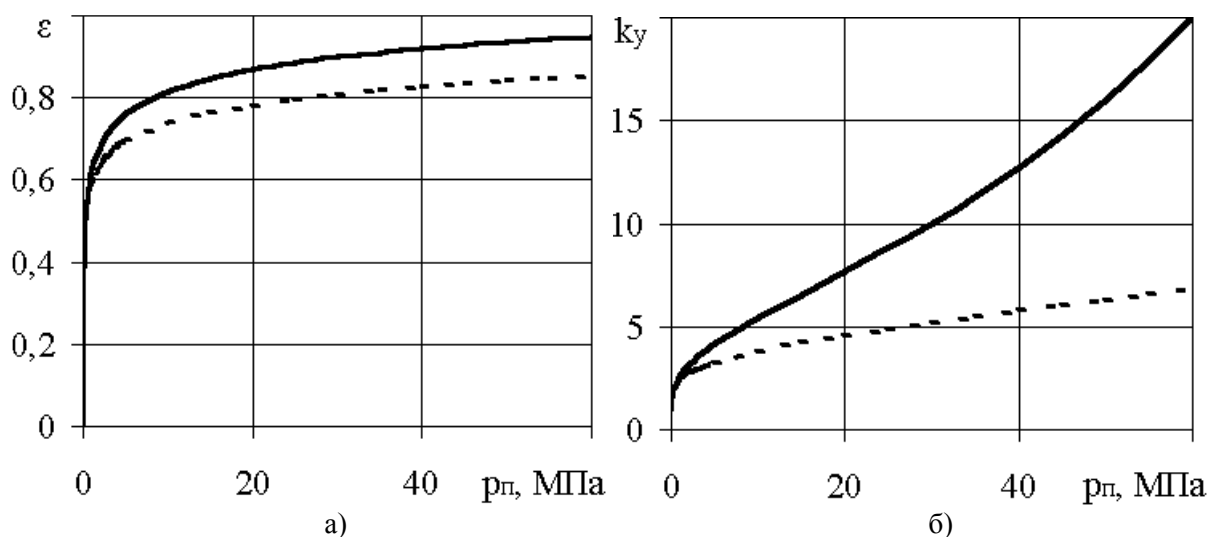


Рис. 2. Залежність відносної деформації ε (а) і коефіцієнта ущільнення k_y (б) від тиску пресування ТПВ p_p з врахуванням ефекту видавлювання води (—), так і без врахування останнього (---)

Як видно із рис. 2, зростання коефіцієнта ущільнення ТПВ при великих значеннях тиску пресування досягається, в основному, за рахунок видавлювання води, що може бути використано для підвищення продуктивності сміттєвозів (зменшення витрат на паливо), а також за рахунок зменшення об'єму ТПВ, суттєво скоротить приріст площі земель, відведених під полігони та сміттєзвалища, що приведе, в свою чергу, до зниження темпів погіршення екологічної ситуації.

Висновки

- Визначено залежність між тиском пресування твердих побутових відходів і процентною кількістю видавленої з них води, що може бути використана для оптимізації параметрів спецобладнання сміттєвоза, а також при розробці математичної моделі процесу пресування твердих побутових відходів із видаленням води.
- Встановлено, що підвищення продуктивності сміттєвозів (зменшення витрат на паливо), а також суттєве скорочення приросту площі земель, відведених під полігони та сміттєзвалища за рахунок збільшення коефіцієнта ущільнення твердих побутових відходів може бути досягнуто шляхом видавлювання з них води при суттєвому збільшенні тиску пресування.

Список літератури

1. Портал України з поводження з твердими побутовими відходами. – Режим доступу: <http://www.ukrwaste.com.ua>.
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 4 березня 2004 року № 265 "Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами".
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. Pressmullfahrzeuge Faun Kuka Rotopress. – Osterholz-Scharmbeck, 1995. – С. 2–3.
5. Мороз О. В. Економічні аспекти вирішення екологічних проблем утилізації твердих побутових відходів: [монографія] / О. В. Мороз, А. О. Свентух, О. Т. Свентух. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 110 с. – ISBN 966-641-070-2 (в пер.).
6. Компрессионная характеристика ТБО. – Режим доступу: <http://www.eco-press.ru>.

Березюк Олег Володимирович – к.т.н., доцент кафедри менеджменту у будівництві, охорони праці та безпеки життєдіяльності Вінницького національного технічного університету.