

### Список використаних джерел

1. Дреєр А.А., А.Н. Сачков, К.С. Нікольський, Ю.І. Маринин, А.В. Миронов, Тверді промислові і побутові відходи, їх властивості та переробка // «Екологія міст», 1999, С.31-33
2. Алексеев С.А. // Екологічний бюлетень «Чиста земля», Спец. випуск, №1, 1998, С.64-66.
3. Ульянов В., Про існуючих методах знешкодження твердих побутових відходів // Екологічний бюлетень «Чиста земля», Спец. випуск, №1, 2008, с.12-17.
4. Новиков Ю.В., Екологія, довкілля та людей // 2003, С. 8-10.
5. Жуков Б., Груєв Е. / Долі вивозу сміття у «них» і у нас // журнал «Підсумки»; № 18, 2000.

*Стаття надійшла до редакції 09.12.2014 р.*

УДК 504.064.47

**Є. В. Колунаєв**, інженер (НТУУ «КПІ»)

### ПЕРЕТВОРЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В ПРОЦЕСІ ЇХ ПЕРЕВЕЗЕННЯ

**Ye. V. Kolunaiev** (National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»)

### TRANSFORMATION OF PHYSICAL PROPERTIES OF SOLID WASTE DURING SHIPMENT

*В статті розглянуто механізм ущільнення твердих побутових відходів при їх перевезенні у сміттевозах з бічним і заднім завантаженням. Всього опрацьовані технічні дані 68 моделей сміттевозів. Отримані числові характеристики щільності ТПВ, що сформувалися в процесі перевезення. Визначено, що здатність ТПВ до стиснення при ущільненні в сміттевозах реалізується частково через умовно миттєвий спосіб прикладання навантаження, що призводить до затиснення в порах і шпаринах газів і рідини, які створюють ефект пружного середовища і переешкоджають подальшому стисненню ТПВ. Числові значення щільності ТПВ після їх транспортування в сміттевозах знаходяться в діапазоні  $\rho - 0,2 \text{ т/м}^3 \dots \rho = 0,7 \text{ т/м}^3$ , при середньому значенні  $\rho = 0,5 \text{ т/м}^3$ . Ці значення характеризують щільність ТПВ на момент вивантаження із сміттевозів, що дає можливість обчислення фактичного навантаження полігону на навколишнє середовище.*

**Ключові слова:** тверді побутові відходи, щільність, сміттевози, кількісна оцінка.

*В статье рассмотрен механизм уплотнения твердых бытовых отходов при их перевозке в мусоровозах с боковой и задней загрузкой. Всего проработаны технические данные 68 моделей мусоровозов. Полученные числовые характеристики плотности ТБО.*

*сформировавшиеся в процессе перевозки. Определено, что способность ТБО к сжатию при уплотнении в мусоровозах реализуется частично из-за условно мгновенного приложения нагрузки, что приводит к зажатию в порах и щелях газов и жидкости, которые создают эффект упругой среды и препятствуют дальнейшему сжатию ТБО. Числовые значения плотности ТБО после их транспортировки в мусоровозах находятся в диапазоне  $p = 0,2 \text{ т/м}^3 \dots p = 0,7 \text{ т/м}^3$  при среднем значении  $p = 0,5 \text{ т/м}^3$ . Эти значения характеризуют плотность ТБО на момент выгрузки из мусоровозов, что дает возможность вычисления фактической нагрузки полигона на окружающую среду.*

**Ключевые слова:** *твердые бытовые отходы, плотность, мусоровозы, количественная оценка.*

*The paper considers the mechanism of compaction of solid waste in their garbage truck traffic in from the side and rear loading. Total technical data processed 68 models of garbage. The resulting number density of waste characteristics that have emerged during the transportation was determined that the ability to compress waste in sealed garbage trucks sold in part because conventionally instant way of application of the load, resulting in clamping in the pores and cracks of gases and liquids that create the effect of an elastic medium and prevent further compression of solid waste. The numerical values of the density of solid waste after transporting them in garbage trucks are in the range  $p = 0,2 \text{ t/m}^3 \dots p = 0,7 \text{ t/m}^3$  with an average value  $p = 0,5 \text{ t/m}^3$ . These values characterize the density of solid waste at the time of discharge of garbage that makes it possible to calculate the actual load of landfill on the environment.*

**Keywords:** *solid waste, density, garbage, quantitative evaluation.*

**Вступ.** Найбільше поширеним способом поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) в Україні залишається їх розміщення на полігонах і сміттєзвалищах (95% від загального обсягу). В умовах стійкої тенденції до збільшення в морфологічному складі ТПВ вмісту легких фракцій (паперу, пластмаси тощо) щільність ТПВ зменшується, а їх обсяг відповідно збільшується, що призводить до перевантаження діючих і будівництва нових полігонів ТПВ. Розширення площ звалищних масивів супроводжується підсиленням впливів полігонів на навколишнє середовище і погіршенням умов екологічної безпеки. Кількісна оцінка впливів полігону на навколишнє середовище можлива за наявності числових значень фізико-механічних властивостей ТПВ, насамперед щільності та вологості. В умовах сьогодення питанням дослідження фізико-механічних властивостей ТПВ приділяється недостатньо уваги, внаслідок чого це питання залишається малодослідженим.

**Аналіз попередніх досліджень.** Щільність ТПВ в містах України, визначена на місці збирання, коливається в межах від  $0,17 \text{ т/м}^3$  до  $0,26 \text{ т/м}^3$  в залежності від благоустрою житлового фонду й сезонів року. Для житла з централізованим опаленням валова щільність ТПВ у весняно-літній сезон коливається в межах  $0,18 \dots 0,22 \text{ т/м}^3$ ; в осінньо-зимовий – в межах  $0,2 \dots 0,25 \text{ т/м}^3$ ; для житла з пічним опаленням щільність ТПВ становить  $0,3 \dots 0,6 \text{ т/м}^3$  [1]. Через зміни в морфологічному складі ТПВ значення щільності при проектуванні об'єктів поводження з ТПВ зменшилось від  $0,25 \text{ т/м}^3$  до  $0,20 \text{ т/м}^3$ . В останніх публікаціях щільність ТПВ по Україні приймається в межах  $0,18 \dots 0,60 \text{ т/м}^3$ . Із розвитком тенденції до збільшення вмісту в морфологічному складі ТПВ легких фракцій (паперу, пластмаси тощо) щільність ТПВ буде

зменшуватись і відповідно буде збільшуватися їх обсяг. За прогнозами фахівців [2] щільність ТПВ мегаполісів внаслідок збільшення кількості пакувань зменшиться до величини, близької до  $0,1 \text{ т/м}^3$ . Значення щільності ТПВ змінюється в широкому діапазоні значень в залежності від місця і умов відбору проб. Найбільш дослідженою є щільність ТПВ на місці їх збирання. Здатність ТПВ до стиснення вивчалась фахівцями Академії комунального господарства ім. К.Д. Памфілова [3] в умовах компресійного стиснення та в умовах ущільнення ТПВ під дією власної ваги. За приведеними результатами в умовах тиску, що дорівнює  $0,1 \text{ МПа}$ , обсяг ТПВ зменшується у  $1,5...3$  рази. При підвищенні тиску до  $0,3...0,5 \text{ МПа}$  відбувається руйнування упакувань, пресування паперу й плівок, починається вичавлювання вологи. Обсяг ТПВ в залежності від складу і вологості зменшується щонайменше у  $5$  разів від початкового, на місці збирання в контейнерах. Щільність ТПВ при цьому сягає  $0,8 \text{ т/м}^3$ . При підвищенні тиску до  $10...20 \text{ МПа}$  вичавлюється  $80...90\%$  вологи, що утримувалась у ТПВ на місці збирання. При цьому обсяг ТПВ зменшується ще в  $2...2,5$  рази, а щільність підвищується в  $1,3...1,7$  рази. При подальшому підвищенні тиску до  $60 \text{ МПа}$  відбувається майже повне вичавлення вологи, але обсяг ТПВ при цьому не змінюється [1,3]. Результати проведених досліджень приведені авторами в порівняльній формі без числових значень вихідної щільності ТПВ і числових значень отриманих характеристик, що ускладнює їх використання. Здатність ТПВ до стиснення також вивчались конструкторами і виробниками спецтранспорту різних країн, однак мета цих досліджень мала суто комерційний характер і полягала в визначенні способів максимального використання ємності кузова сміттевозу.

**Мета і завдання** даної публікації полягає у викладенні результатів обчислення щільності, що формується в процесі транспортування ТПВ. Отримані числові значення щільності ТПВ надають можливість визначення впливу полігону на стан екологічної безпеки площ, які межують з полігоном ТПВ.

**Викладення основного матеріалу досліджень.** Щільність – це одна з основних характеристик фізичних властивостей твердих побутових відходів. Формування фізичних властивостей ТПВ відбувається поетапно. На першому етапі, на місці збирання, ТПВ характеризуються як умовне фізичне тіло, яке представляє собою механічну суміш окремих решток і має властивість сипучості. На цьому етапі за щільність ТПВ приймається валова щільність на місці збирання. Значення валової щільності залежить не тільки від щільності окремих решток, а й від взаємного розташування фрагментів утвореної суміші, механічний склад якої змінюється від грубих фракцій (уламки і шматки розміром  $350...250 \text{ мм}$ ) до дрібних і тонких (уламки менші за  $50 \text{ мм}$ ). Якщо у механічному складі ТПВ в достатній кількості присутні груба, крупна і середня фракції, виникає деякий каркас, внутрішній простір якого заповнюється дрібною і тонкою фракціями, парою, газами і вологою. Загалом на цьому етапі ТПВ мають хаотичне складення. Вологість на місці

збирання ТПВ визначається вологістю решток, з яких складаються відходи, а також водою, що утримується на поверхнях, в щілинах тощо.

Наступний етап формування фізичних властивостей ТПВ відбувається в процесі їхнього транспортування. В сучасних умовах від 50 до 97% міст і близько 25% сіл України [1] користуються послугами санітарного очищення, що насамперед передбачає збирання та вивезення ТПВ.

Ущільнення ТПВ при перевезенні визначається типом спеціальних транспортних засобів – сміттевозів, що являють собою стандартне автомобільне шасі, улаштоване спеціальним обладнанням, за складом якого розрізняють: сміттевози з бічним завантаженням, сміттевози з заднім завантаженням, порталні сміттевози, сміттевози типу «мультиліфт», транспортні сміттевози [4].

Виробництво сміттевозів в Україні непоширене. Одними з найбільш відомих виробників і постачальників комунальної техніки в Україну є ВАТ «Мценський завод комунального машинобудування» компанії «Рязський АРЗ - Екомтех» і фірма «НПК «Комунальні машини» (Москва) [5].

Мценський «Коммаш» випускає всі основні типи сміттевозів, що мають попит на сучасному ринку. В асортименті машини з бічним і заднім механізованим завантаженням, із заднім ручним завантаженням, контейнеровози й бункеровози.

Кожний модельний ряд сміттевозів має свої особливості та своє призначення. Призначені для механізованого й ручного збору ТПВ у комунальному господарстві міст і селищ міського типу сміттевози модельного ряду КО-427 із заднім механізованим завантаженням кузова нараховують більше шести модифікацій, в тому числі КО- 427-22 на базі MAN 19.314FK. До складу спеціального устаткування сміттевозів ряду КО-427 входять: кузов із заднім бортом, виштовхуюча плита з телескопічним гідроциліндром і пресуючим механізмом, гідравлічний маніпулятор для контейнерів об'ємом від 0,12 до 1,2 куб. м, а також гідравлічна система. Пресуючий механізм працює в автоматичному режимі, що дозволяє водночас виконувати операції захоплення й перекидання контейнера. Побутові відходи переміщуються плитою пресуючого механізму у кузов сміттевозу й доущільнюються спеціальною плитою, що забезпечує високий ступінь ущільнення. Вивантаження відходів з кузова сміттевозу виконує виштовхуюча плита. Сміттевози модельного ряду КО-449 з бічним завантаженням, улаштовані модернізованим посиленням кузова, потужним маніпулятором і вдосконаленим завантажувальним люком. Сміттевози цього модельного ряду представлені на ринку комунальної техніки безліччю модифікацій, що базуються на таких двоосьових шасі, як Камаз-53215 (КО- 449-02), МАЗ-5337 (КО- 449-33), МАЗ-5336 (КО- 449-35), МАЗ-4370 (КО- 449-15), Камаз-53605 (КО- 449-05), Камаз-43255 (КО- 449-41), «АМУР-53131/-53131М»(КО- 449-13/-14), Зил-433362/-432932 (КО- 449-10/-12), ГАЗ-33072/-3307 (КО- 449-20/-21). Сміттевоз КО-456 відрізняється високим ступенем пресування, що досягається завдяки попередньому ущільненню сміття в прийомному ковші. Середньотонажні сміттевози типів МКГ і МКЗ (Рязський

АРЗ) із заднім завантаженням кузова й самоскидним вивантаженням сміття з кузова, мають просту і надійну гідросистему, застосовуються при різних технологічних системах збору й вивозу сміття в великих і малих містах. Сучасні моделі МКГ і МКЗ обладнані ефективними механізмами вивантаження сміття із прийомного бункера і його ущільнення в кузові; 10-кубова модифікація МКЗ-10 на базі МАЗ-533702 являє собою універсальний сміттевоз для ручного й механізованого завантаження кузова, оснащений універсальним підйомником для стандартних металевих і пластикових контейнерів різної місткості. Сміттевози МКМ-2 і МКМ-111 з бічним завантаженням призначені для вивозу сміття, що збирається в стандартних контейнерах. Завдяки впровадженню цілого ряду нових технічних рішень сміттевози даного класу мають збільшену корисну місткість кузова, посилений маніпулятор підвищеної вантажопідйомності, більш твердий і міцний кузов, удосконалений зачіп для контейнерів, гідравлічно керований задній борт, удосконалену ущільнюючу плиту й більш надійну гідросистему. Сміттевози МКМ-35, МКМ-45 і МКМ-4303 - великовантажні машини з бічним завантаженням, у конструкції яких також знайшли застосування оригінальні технічні рішення. Головне з них – прес-камера з'єднана з основним кузовом. У моделях МКМ-35, МКМ-45 і МКМ-4303 застосовуються: уніфікований маніпулятор і захоплення для контейнера, гідравлічно керований задній борт із автоматичними фіксаторами; уніфікована конструкція прес-камери й ущільнюючої плити.

Щільність пресування у сміттевозах в значній мірі зумовлена початковою щільністю ТПВ. Це означає, що зазначений у технічному паспорті коефіцієнт ущільнення  $K_y = 1$  до 9 реалізується, якщо початкова щільність ТПВ становить  $\rho_0 = 0,065 \text{ т/м}^3$ ; якщо початкова щільність відходів становить  $\rho_0 = 0,120 \text{ т/м}^3$ , обсяг відходів при пресуванні в сміттевозі зменшиться в п'ять разів; при значенні вихідної щільності  $\rho_0 = 0,24 \text{ т/м}^3$ , обсяг ТПВ зменшиться у 2,5 рази. Якщо ущільнюються несортовані ТПВ, застосовується функція протитиску з метою захисту гідравліки [6].

З метою отримання числових значень щільності ТПВ після їх пресування в сміттевозах був проведений аналіз технічних даних модельних рядів провідних виробників сміттевозів, присутніх на українському ринку [7]. Всього опрацьовані технічні дані 68 моделей сміттевозів. Щільність ТПВ, що формується при пресуванні в сміттевозах ( $\rho_n$ ) визначалась за співвідношенням маси ТПВ, що транспортуються, ( $M_{mne}$ ), до місткості кузова ( $V_k$ ):

$$\rho_n = M_{mne} / V_k . \quad (1)$$

Вихідна щільність ТПВ визначалась оберненим розрахунком за коефіцієнтом ущільнення ( $K_y$ ), масою ТПВ ( $M_{тпв}$ ), місткістю кузова ( $V_k$ ), щільністю пресованих ТПВ ( $\rho_n$ ):

$$\rho_0 = M_{mne} / V_k \cdot K_y ; \quad \rho_0 = \rho_n / V_k . \quad (2, 3)$$

Ущільнення відбувається в умовах одноірного стиснення без можливості бічного розширення. Ущільнюючий тиск коливається в межах

17,5...21 МПа. Ущільнення ТПВ у сміттевозах триває від 15 до 50 с, тобто є практично миттєвим.

За результатами обробки масиву отриманих значень щільності ТПВ із застосуванням програмного продукту «*Statistica 10*», середнє значення кінцевої щільності ТПВ після пресування у сміттевозах із заднім навантаженням становить  $\rho_0 = 0,44785 \text{ т/м}^3$ , у сміттевозах із бічним навантаженням –  $\rho_0 = 0,46589 \text{ т/м}^3$ . Результати обробки масивів розрахункових значень щільності ТПВ після їх пресування у сміттевозах для сміттевозів з бічним і заднім навантаженням наведені в табл.1

Таблиця 1. Результати обробки масиву значень щільності ТПВ після пресування у сміттевозах

Показники	Завантаження	
	Бічне	Заднє
Середнє	0,465892857	0,44785
Стандартна похибка	0,020334266	0,016573981
Медіана	0,43	0,4455
Мода	0,529	0,413
Стандартне відхилення	0,107598823	0,10482062
Дисперсія вибірки	0,011577507	0,010987874
Екссес	1,160851099	0,234297555
Асиметричність	1,1731538232	0,44900038
Інтервал	0,436	0,458
Мінімум	0,341	0,180638
Максимум	0,777	0,638
Сума	1,3045	1,7914
Рахунок	28	40
Найбільший	0,777	0,638
Найменший	0,341	0,18
Рівень надійності (95,0 %)	0,041722467	0,033524041

Ущільнення у сміттевозах супроводжується зміною хаотичного складення ТПВ на щільне, що відбувається за рахунок часткового закриття шпаруватості, та перерозподілом вологи в масі ТПВ. При цьому площа контактів між складовими ТПВ збільшується, виникає явище уявного зчеплення, що має природу водно – колоїдних зв'язків і виявляється через злипання, яке полягає в швидкому змінні форми матеріалу з наступним її збереженням після усунення навантаження. Злипання призводить до втрати сипучості і реалізується в зависанні ТПВ у бункерах і утворенні склепіння (купола) при вивантаженні ТПВ. Явище уявного зчеплення має тимчасовий характер і залежить від умов зволоження ТПВ.

З метою порівняння результатів ущільнення ТПВ у сміттевозах з результатами їх ущільнення ступеневим навантаженням була виконана додаткова обробка результатів ступеневого стиснення ТПВ з визначенням числових значень щільності ТПВ в діапазоні навантажень  $p = 0,1 \text{ МПа} \dots$

$p = 60 \text{ МПа}$  для початкових значень щільності ТПВ:  $\rho_0 = 0,05 \text{ т/м}^3 \dots$   
 $\rho_0 = 0,25 \text{ т/м}^3$ . Значення ущільнених ТПВ,  $\rho_n$ , визначалися за співвідношенням:

$$\rho_n = \rho_0 \cdot K_y, \text{ де:} \quad (4)$$

$K_y$  – показник зменшення об'єму ТПВ в умовах ступеневого стиснення, що показує у скільки разів зменшується об'єм досліджуваних ТПВ після прикладання навантаження;  $\rho_0$  – початкове значення щільності;  $\rho_n$  – значення щільності ТПВ після стиснення.

Кожному ступеню навантаження ( $p$ ) відповідає певне значення показника зменшення об'єму ТПВ ( $K_y$ ) (рис.1, табл.2)

Показники зменшення об'єму ТПВ в умовах ступеневого навантаження

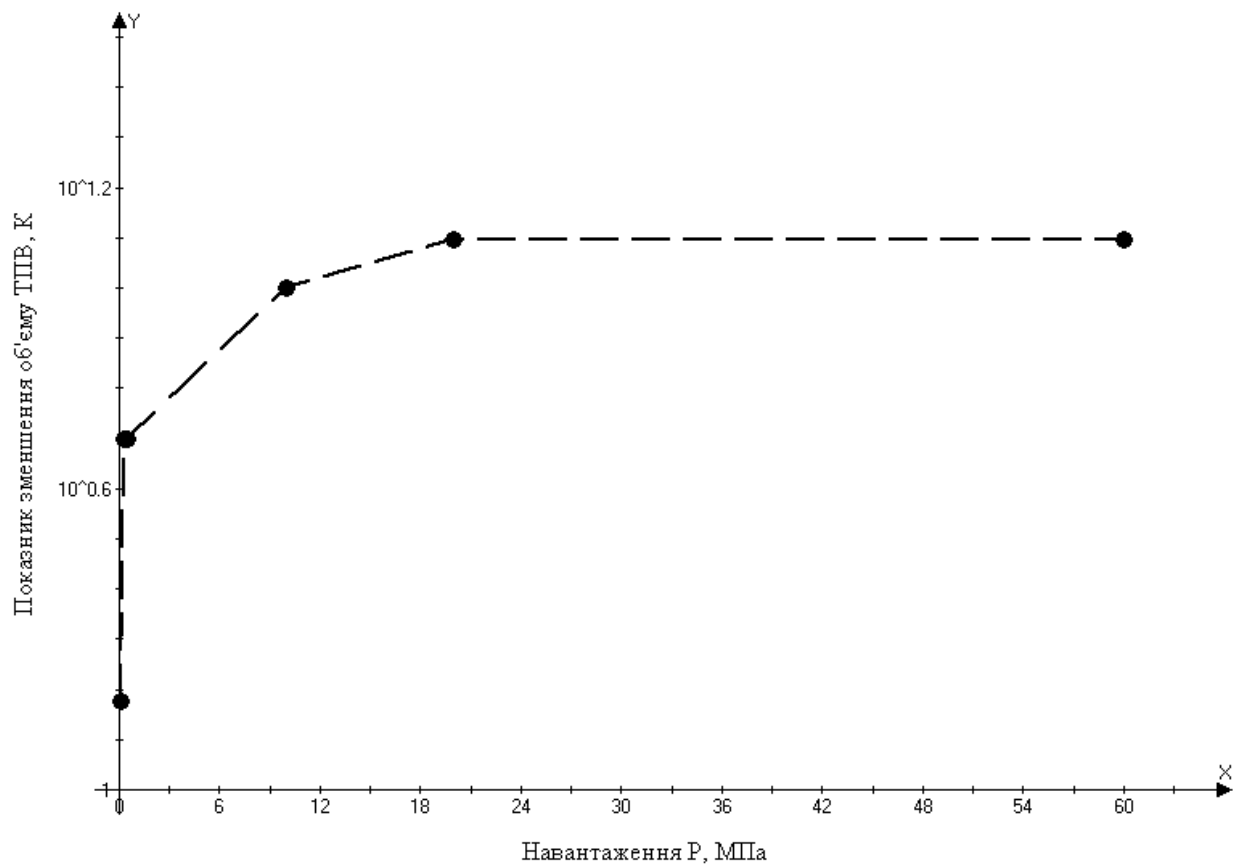


Рис.1. Змінення об'єму ТПВ в умовах ступеневого навантаження

Таблиця 2. Показники зменшення об'єму ТПВ в умовах ступеневого навантаження

Навантаження, $P$ , МПа	0,1	0,3	0,5	10	20	60
Показник зменшення об'єму ТПВ, $K_y$	1,5...3,0	5,0	5,0	10,0	12,5	12,5

Розрахункові значення щільності ТПВ, в діапазоні навантажень  $p = 0,1$  МПа ...  $p = 60$  МПа для початкових значень щільності ТПВ, в діапазоні  $\rho_0 = 0,05$  т/м<sup>3</sup> ...  $\rho_0 = 0,25$  т/м<sup>3</sup> наведені на рис. 2 в табл. 3.

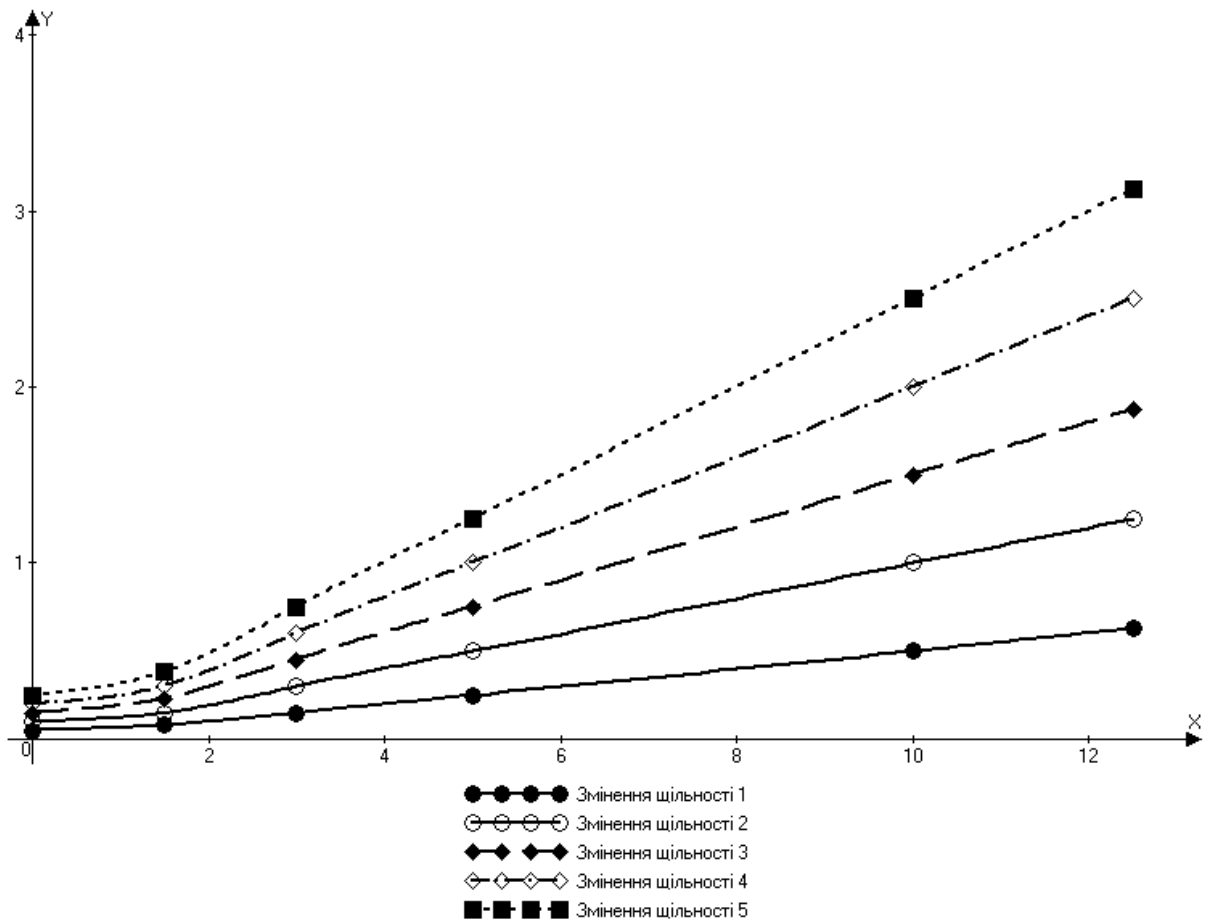


Рис. 2. Значення щільності ТПВ під дією ступеневого навантаження

Таблиця 3. Розрахункові значення щільності ТПВ в умовах ступеневого навантаження

Початкове значення щільності ТПВ, $\rho_0, \text{т/м}^3$	Значення ущільнених ТПВ, $\rho_n, \text{т/м}^3$						
	$\rho_1$	$\rho_2$	$\rho_3$	$\rho_4$	$\rho_5$	$\rho_6$	$\rho_7$
0,05	0,08	0,15	0,25	0,25	0,50	0,63	0,63
0,10	0,15	0,30	0,50	0,50	1,00	1,25	1,25
0,15	0,23	0,45	0,75	0,75	1,50	1,87	1,87
0,20	0,30	0,60	1,00	1,00	2,00	2,50	2,50
0,25	0,38	0,75	1,25	1,25	2,50	3,12	3,12

Аналіз числових значень щільності ТПВ, отриманих для умов ступеневого навантаження, свідчить про необхідність урахування вихідних характеристик ТПВ і умов, в яких відбувається їх ущільнення. Для ТПВ, вихідна щільність яких дорівнює  $\rho_0 = 0,20$  т/м<sup>3</sup>, значення навантажень



обмежуються тиском  $p = 20$  МПа, а для ТПВ, вихідна щільність яких дорівнює  $\rho_0 = 0,25$  т/м<sup>3</sup>,  $p = 10$  МПа. Обмеження за тиском зумовлені числовими значеннями ущільнених ТПВ, що є характерними для таких матеріалів як, наприклад, скельні гірські породи; для ТПВ навіть в переущільненому стані такі значення є нереальними. Для матеріалів, що мають органічну складову, значення щільності обмежуються  $\rho_0 = 1,80$  т/м<sup>3</sup> [8]. Для ТПВ, вихідні значення щільності яких знаходяться в межах  $\rho_0 = 0,10$  т/м<sup>3</sup>...  $\rho_0 = 0,15$  т/м<sup>3</sup>, розрахункові значення щільності в умовах тиску  $p = 20$  МПа становлять  $\rho_0 = 1,25$  т/м<sup>3</sup> та  $\rho_0 = 1,87$  т/м<sup>3</sup> відповідно, що значно перевищує значення щільності ТПВ після їх пресування в сміттєвозах під ущільнюючим тиском  $p = 17,5...21,0$  МПа. Відповідність розрахункових значень щільності ТПВ при пресуванні в сміттєвозах і при ступеневому навантаженні в умовах дії близьких тисків (17,5...21,0 МПа у сміттєвозах і 20,0 МПа при ступеневому навантаженні) спостерігається тільки для пухких ТПВ, вихідна щільність яких становить  $\rho_0 = 0,05$  т/м<sup>3</sup>.

### Висновки

Значення щільності ТПВ залежать від вихідної щільності, ущільнюючого навантаження та способу прикладання навантаження. Здатність ТПВ до стиснення при ущільненні в сміттєвозах реалізується частково через умовно миттєвий спосіб прикладання навантаження, що призводить до затиснення в порах і шпаринах газів і рідини, які створюють ефект пружного середовища і перешкоджають подальшому стисненню ТПВ. Числові значення щільності ТПВ після їх транспортування в сміттєвозах знаходяться в діапазоні  $\rho = 0,2$  т/м<sup>3</sup> ...  $\rho = 0,7$  т/м<sup>3</sup> при середньому значенні  $\rho = 0,5$  т/м<sup>3</sup>. Ці значення характеризують щільність ТПВ на момент вивантаження із сміттєвозів, що дає можливість обчислення фактичного навантаження полігону на навколишнє середовище.

### Список використаних джерел

1. Петухов І.С. Перспективи розвитку санітарного очищення міст України // Всеукраїнський масовий інформаційний виробничий і науково-популярний журнал «Міське господарство України». – 2008. - № 2 – с. 26-30
2. Лебедев М.М. Поводження з відходами: навчальний посібник [для студ. вищ. навч.закл.]/ М.М. Лебедев, А.Д.Єсипенко. – Харків: Гриф, 2010.– 354 с.
3. Систер В.Г. Твердые бытовые отходы. Сбор, транспорт и обезвреживание. [Справочник.] / Систер В.Г. А.Н.Мирный А.Н., Л.С.Скворцов, Н.Ф.Абрамов, Х.Н.Никогосов. М.:Академия коммунального хозяйства им.К.Д.Памфилова, 2001.– 303 с.
4. Радовенчик В.М. Тверді відходи: збір, переробка, складування: навчальний посібник [для студ. вищ. навч.закл.]/ В.М. Радовенчик, М.Д.Гомеля. – Київ: Кондор, 2009. – 549 с.

5. Компания «Караван». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kdst.ru/tehnicheskaya-podderdjka/tehnicheskaya-okumentatsiya/opisanie-musorovoza-ko-440v/musorovoz-ko-440v-chastj-2-.html>
6. Компания «Караван». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://masters.donntu.edu.ua/2008/ggeo/minyailo/lib/st7.htm>
7. Справочник строительного-дорожной техники – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cdminfo.ru/spetstehnika/kommunalnaya-tehnika/1.8.1.-musorovozyi.html>
8. Грунтоведение: учебник [для студ. высш.учебн.завед.] / Под редакц. акад. Е.М. Сергеева – М: Изд-тво МГУ, 1983. – 392 с.
9. Баженов В. А., Ісаєнко В. М., Саталкін Ю. М., Трофімович В. В., Романова З. М., Навроцький В. М. Інженерна екологія: підручник/ В. А. Баженов, В. М. Ісаєнко, Ю. М. Саталкін, В. В. Трофімович, З. М. Романова, В. М. Навроцький. – Київ, 2006. – 492 с.
10. Стольберг Ф.В. Экология города: Учебник/ Ф.В. Стольберг. - К.: Либра, 2000. - 464 с.
11. В.Н. Бабаев, Н.П. Горох, Ю.Л. Коваленко, И.В. Коринько, А.С. Науменко, С.С. Пилиграмм, И.Е. Саратов, В.А. Ткачев, Л.Н. Шутенко, В.А. Юрченко. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города: Уч. пособие / Коллектив авторов. - Харьков: ХНМХ, 2004. - 375 с.

*Стаття надійшла до редакції 22.03.2015 р.*

УДК 628.31

**Н. М. Самойленко**, к.т.н., проф., **І. А. Єрмакович**, асп. (НТУ «ХПІ»)

## **ОЧИСТКА СТИЧНИХ ВОД ВІД ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ ПРОТИЗАПАЛЬНОЇ ТА ГОРМОНАЛЬНОЇ ДІЇ**

**N. Samoilenko, I. Yermakovych** (National technical university «Kharkiv polytechnic institute»)

## **WASTEWATER TREATMENT FROM PHARMACEUTICALS POLLUTANTS OF ANTI-INFLAMMATORY AND HORMONAL ACTION**

*Показана актуальність вирішення проблеми забруднення природних вод фармацевтичними препаратами та їх похідними. На модельних розчинах проведені експериментальні дослідження по електрохімічній деструкції двох поширених у стоках лікарень фармацевтичних забруднювачів, які входять у пріоритетний список контролюваного скиду. На основі аналізу з використанням сучасного аналітичного обладнання доведено, що анодне окислення забруднених фармпрепаратами розчинів приводить до повного розкладу політантів.*

**Ключові слова:** стічні води, фармацевтичні забруднювачі, електрохімічна деструкція