

УДК 621.

И. А. НЕМИРОВСКИЙ, канд. техн. наук

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,  
г. Харьков

## ПЕРЕРАБОТКА ТБО: ПРОБЛЕМЫ И ДОСТОИНСТВА ( Часть 2) (Часть 1 опубликована в № 6 (июнь 20011 г.)

*В работе рассмотрены проблемы утилизации твердых бытовых и промышленных отходов. Выполнен анализ существующего состояния в мире и, в частности, по Харьковской области. Рассмотрены методы использования ТБО и сделана предварительная оценка экономической эффективности их возможного внедрения.*

*У роботі розглянуто проблеми утилізації твердих побутових та промислових відходів. Надано аналіз стану наявного потенціалу ТПВ як у світі, так і по Харківському регіону. Розглянуті основні методи використання ТПВ та зроблена попередня оцінка економічної ефективності їх можливого впровадження*

### 2.1 Экологические аспекты переработки ТБО

Принципы выбора и создания рациональных методов утилизации и переработки ТБО базируются на том, что проблема ТБО – это взаимосвязанная эколого-экономическая и технологическая проблема, а сами ТБО должны рассматриваться как техногенное сырье сложного органо-минерального состава. Технологию утилизации ТБО следует рассматривать с условиями инженерной защиты окружающей среды и с возможностью использования ресурсного потенциала отходов. Задачами любой технологии являются:

- уменьшение объема и массы отходов, подлежащих захоронению, с перспективой перехода на безотходное производство;
- обезвреживания отходов;
- рациональная утилизация отходов (материальная и энергетическая, с выделением ценных компонентов, производством новых видов товарной продукции).

Приоритетными при выборе и создании технологии, отвечающей достижениям и тенденциям развития мировой практики, являются эколого-экономические критерии (экологическая безопасность технологии, количество и экологическая безопасность отходов, экологическая безопасность новой продукции, экономическая эффективность, капитальные и эксплуатационные расходы). Естественно, на выбор технологии существенное влияние оказывает степень ее отработанности и готовности к практическому применению. Технологические процессы, связанные с переработкой и использованием ТБО, представляют сложный клубок противоречивых факторов. В качестве примера можно привести требования ЕС по предельно – допустимым выбросам в атмосферу при термической переработке табл. 2.1, а так же многочисленные исследования специалистов разных стран, приводящих сведения о значительном отрицательном влиянии на жителей прилегающих к местам переработки ТБО жилых районов [1].

К загрязняющим веществам в выбросах МСЗ относятся: диоксины, полихлорированные бифенилы (ПХБ), нафталины, хлорбензолы, ароматические углеводороды, летучие органические соединения, тяжелые металлы, в том числе ртуть, кадмий, свинец.

Особенную опасность представляют диоксины. Они распадаются при температурах порядка 1000 0С, но затем восстанавливаются при температурах 350–450 0С. Поэтому при термической переработке ТБО с использованием физической теплоты дымовых газов, например для выработки электрической и тепловой энергии, возникает ряд проблем с очисткой газов, что в значительной мере удорожает капитальные затраты. Кроме того, необходимо обеспечивать достаточно большую санитарную зону вокруг мусоросжигающей установки.

Таблица 2.1

Нормативы Европейского Союза предельно-допустимых выбросов  
в атмосферный воздух в ЕС

Вещество	Предельный выброс (мг/м <sup>3</sup> )
Диоксины	0,1 нг ТЭ/м <sup>3</sup>
Ртуть	0,05
Кадмий +Галлий	Всего 0,05
Sb, As, Pb, Cr, Co, Mn, Ni, V	Всего 0,5
CO	50
SO <sub>2</sub>	50
NO <sub>x</sub>	200
HCl	10
HF	10
Частицы	10

Многие из этих веществ токсичны, не разлагаются и способны к накоплению в живых организмах. Эти свойства делают их наиболее опасными для окружающей среды. Некоторые из них вызывают онкологические заболевания и разрушают гормональную систему человека. Другие вещества, такие как диоксид серы (SO<sub>2</sub>) и диоксид азота (NO<sub>2</sub>), вместе с мелкими дисперсными частицами вызывают респираторные заболевания. В таблице 2.2 представлен перечень категорий отходов и рекомендуемые методы их обезвреживания и уничтожения, согласно нормам, разработанным применительно к аэропортам [2].

Таблица 2.2

Категории твердых отходов

Категория	Гигиеническая: характеристика отходов по виду содержащихся в них загрязнений	Примерное годовое накопление, % к общему объему	Рекомендуемые методы обезвреживания и уничтожения
1	2	3	4
Первая	Инертные (зола, шлак, смет с искусственных покрытий, строительный мусор)	36	Использование при планировочных и строительных работах Сжигание или складирование на полигоне
Вторая	Биологически окисляемые и легко разлагающиеся органические вещества (бумага, картон, отходы пищи, опилки растительность)	29	
Третья	Слаботоксичные малорастворимые в воде (шламы очистных сооружений, отходы масляных лаков и красок, минеральные масла*)	5	То же
Четвертая	Нефтемаслоподобные (нефтепродукты*), масла *, промасленная ветошь, смазки, бензин, керосин)	28	Сжигание

Продолжение табл. 2.2

Пятая	Токсичные со слабым загрязнением воздуха (отходы нитроэмалевых и синтетических лакокрасочных покрытий, резина, пластмассовые изделия)	1,5	Высокотемпературное сжигание, складирование на специальном полигоне
Шестая	Токсичные ограниченного применения (вещества и изделия, содержащие фенол, мышьяк, ртуть, сернистую и соляную кислоты, цианиды, соединения хрома, ядохимикаты)	0,5	Захоронение, обезвреживание на специальных установках

\* *Непригодные для дальнейшего использования.*

Как видно из таблицы вне зависимости от метода обезвреживания необходима предварительная сортировка ТБО. Применение предварительной сортировки позволяет повысить экономическую привлекательность и срок окупаемости капитальных затрат.

### 1.2. Методы обезвреживания ТБО и их анализ

На развитие технологий утилизации на современном этапе влияет ряд факторов, таких как: рост количества отходов, как в абсолютных величинах, так и на душу населения, усложнение состава отходов, рост числа, экологически опасных компонентов, ухудшения отношения населения к традиционным методам сваливания отходов на свалки усложнения экономики управления отходами, рост цены утилизации отходов.

Принципы выбора и создания рациональных методов утилизации и переработки ТБО базируются на том, что проблема ТБО – это взаимосвязанная эколого-экономическая и технологическая проблема, а сами ТБО должны рассматриваться как техногенная сырье сложного органо-минерального состава. Технологию утилизации ТБО следует рассматривать как метод инженерной защиты окружающей среды с возможностью использования ресурсного потенциала отходов.

В мировой практике нашли промышленное применение следующие методы утилизации и переработки ТБО: захоронение на специальных полигонах; термическая обработка (сжигание, пиролиз); биотермические: аэробное компостирование (с получением удобрения или биотоплива) и анаэробная ферментация (с получением биогаза); сортировка (с извлечением тех или иных ценных компонентов для вторичного использования, наиболее пригодных технически, экологически и экономически).

На рис. 2.1 представлена схема наиболее применяемых методов утилизации и обезвреживания ТБО.

На этом этапе метод утилизации ТБО путем складирования их на полигонах с последующим захоронением является наиболее распространенным в мире. В СНГ на полигоны вывозят 97–98 % ТБО, в США – около 70 %, в Европе – 55–65 % [3]. Несмотря на значительную критику со стороны экологов, даже в будущем полностью отказаться от захоронения отходов не удастся, поскольку даже самые современные и эффективные методы утилизации не позволяют перерабатывать отходы на 100 %. В результате не утилизированная часть мусора в любом случае требует захоронения на полигонах. На современных полигонах стремятся ограничить контакт отходов с окружающей средой, что предотвращает ее загрязнение, но одновременно замедляет разложение отходов, вследствие чего они являются своеобразной "бомбой замедленного действия". В тоже время при соблюдении специальных технологий при организации полигона через 3–4 года можно обеспечить выделение свалочного газа. Дальнейшее его использование длится на протяжении 20 лет с постепенным снижением объема газа.

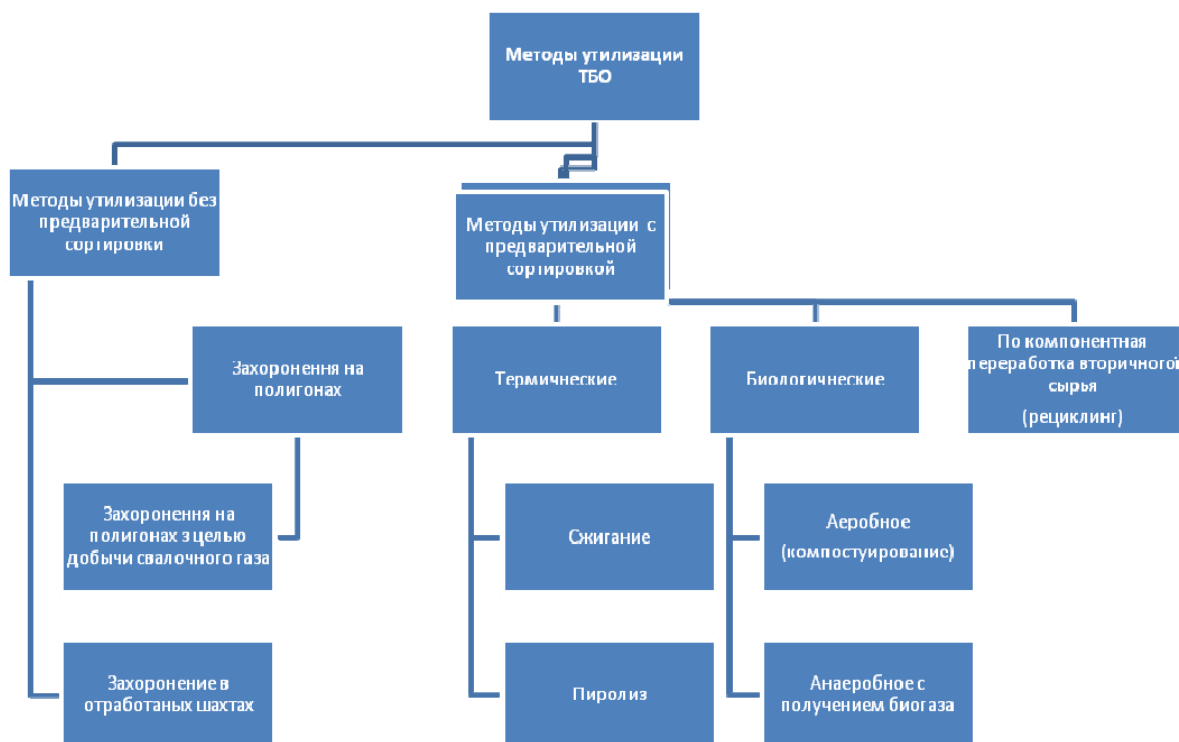


Рис. 2.1. Методы утилизации и обезвреживания отходов

**2.3 Возможности использования Дергачевского и Роганского полигонов**

По предварительным оценкам Дергачевский полигон с объемом 20 млн м<sup>3</sup> может обеспечить в среднем порядка, 6,4 млн м<sup>3</sup> в год свалочного газа, а Роганский полигон освоенный с 2004 г. объемом 4,5 млн м<sup>3</sup> с возможным объемом добычи 1,44 млн м<sup>3</sup> свалочного газа. Свалочный газ, согласно исследований, имеет следующий состав: метан – 50–60 %; двуокись углерода 30–40 %; азот 5–15 %; кислород 0–2 %. Характер выхода свалочного газа при эксплуатации полигона имеет следующий вид (рис. 2.2)

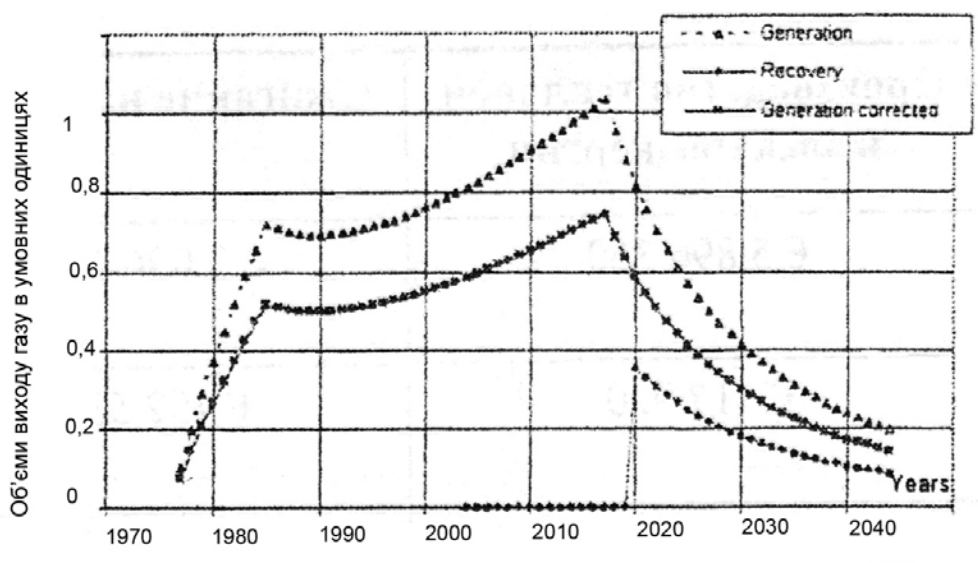


Рис. 2.2. Динамика возможного выхода свалочного газа при эксплуатации Дергачевского полигона

использованию свалочного газа.

Проведение необходимого комплекса работ по проектированию, рекультивации полигона, а также строительству и наладке газодобывающего оборудования по предварительным оценкам составляет 45 млн грн. Годовые эксплуатационные расходы по обслуживанию системы сбора свалочного газа для этого проекта составляют около 3 млн грн. Средняя калорийность добываемого газа составляет 18 МДж/м<sup>3</sup>, что соответствует около 50 % от калорийности природного газа. Таким образом, средний годовой доход от реализации биогаза составит при цене на природный газ 3000 грн/1000м<sup>3</sup>:

$$Д = 6,4 \cdot 10^6 \cdot 0,5 \cdot 3,0 = 9,6 \cdot 10^6 \text{ грн.}$$

С учетом выбросов в атмосферу 22 м<sup>3</sup> СО<sub>2</sub> с 1 м<sup>3</sup> свалочного метана при условии осуществления «проекта совместного внедрения», в соответствии с Киотским протоколом, можно обеспечить снижение выбросов на 50 тыс. т, что в условиях продажи квот на выбросы может дополнительно принести еще 5 млн грн (при цене 10 евро за тонну).

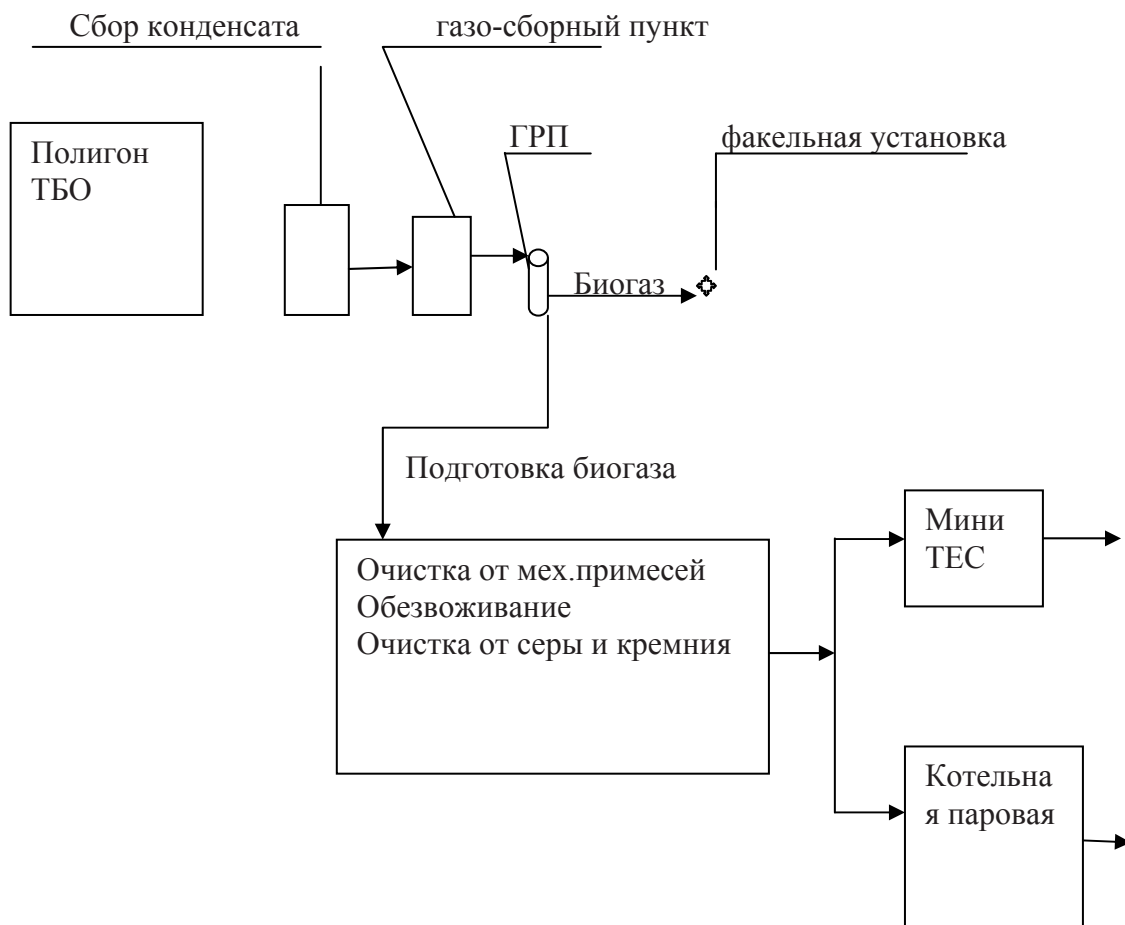


Рис. 2.3. Технологическая схема комплекса

Таким образом внедрение мероприятия может окупиться в течение 3,3 года и это без учета платежей города Дергачевскому исполкому за экологический ущерб, которые имеют место сегодня. Привлекательность данного проекта не вызывает сомнения. Дальнейшее использование свалочного газа может осуществляться по двум схемам: непосредственно сжигания в газоиспользующих установках, для обеспечения теплоснабжения и бытовых нужд, либо для непосредственной выработки электрической и тепловой энергии на базе когенерационных установках.

### 2.3 Методы утилизации мусора

Согласно схемы рис. 2.1, наиболее распространенными термическими методами современной переработки мусора является его сжигание, либо пиролиз с предварительной сортировкой и использованием полезных компонентов. Тем не менее, после термической переработки, часть оставшаяся в виде золы, требует дальнейшего захоронения, в зависимости от состава последней, либо может использоваться в дорожном строительстве.

Среди термических методов переработки ТБО известно сжигание в котлах на решетке или во вращающихся печах, методы низко- и высокотемпературного пролиза, а так же в печах Ванюкова. Последний метод предусматривает отсутствие предварительной сортировки ТБО, однако он требует значительных энергетических затрат (применение кислорода).

К недостаткам низкотемпературного пролиза следует отнести низкий выход газа, необходимость последующего дожига и затрат топлива. Высокотемпературный (быстрый) пиролиз требует затрат топлива и кислорода (фирма "Noell"). Схема усовершенствованного нами технологического цикла фирмы "НПФ "Энергия" представлена на рис. 2.4.

Предложенная схема позволила упростить технологический процесс, однако как и предыдущие методы требует использования топлива для поддержания температурных режимов.

В настоящее время известны работы по утилизации ТБО в автогенном режиме с потреблением дополнительного топлива только на разогрев камеры сжигания до 1000–1100 °С с последующим использованием органических составляющих ТБО в автогенном режиме. В процессе утилизации ТБО дымовые газы с температурой 850–1000°С направляются в котел-утилизатор для получения пара с последующей выработкой электроэнергии и тепла. В зависимости от потребности потребителя соотношение тепловой и электрической энергии корректируется параметрами пара на входе и выходе из турбины. Так по данным приведенным в работе [4] на шведских мусороперерабатывающих ТЭЦ в среднем с 1 т городских ТБО получают 0,6–0,7 МВт электроэнергии.

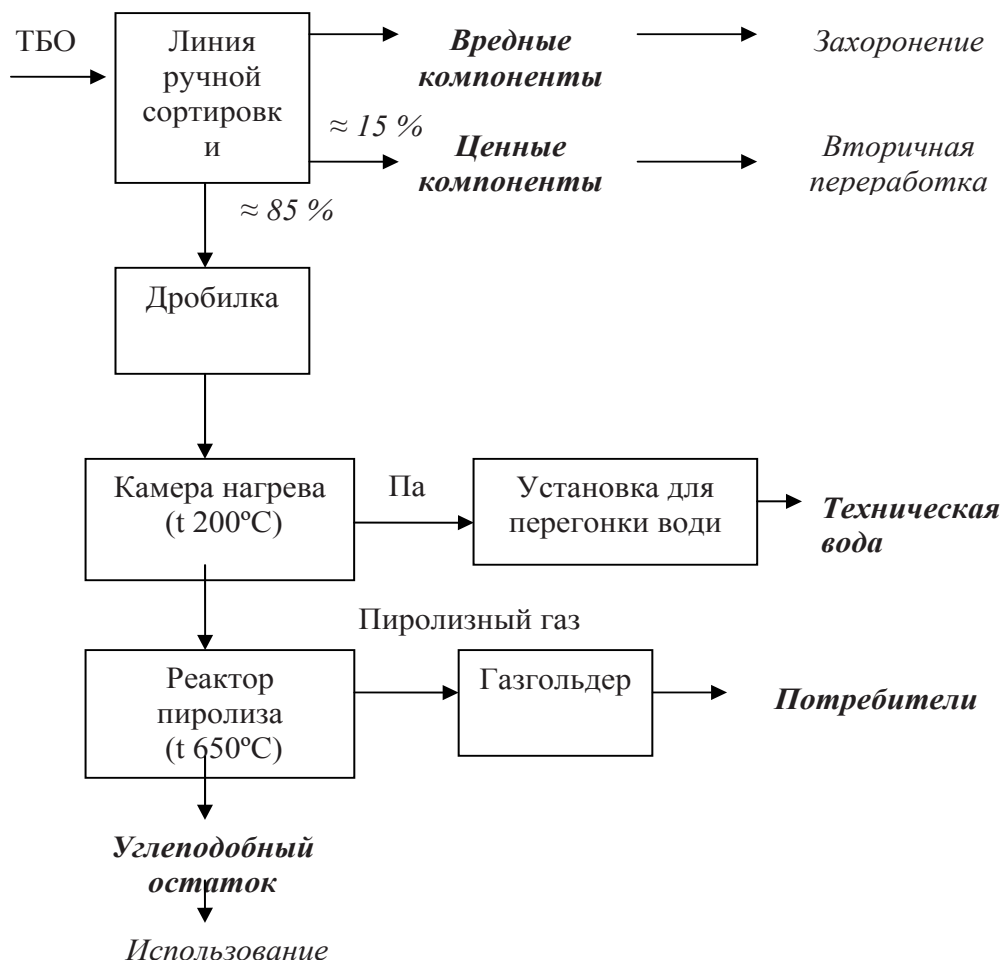


Рис. 2.4. Технологическая схема утилизации ТБО



**Выводы**

С точки зрения проблем использования ТБО в г. Харькове нам представляется целесообразным разместить утилизационный комплекс в районе ТЭЦ-4, где имеются подъездные пути и можно обеспечить санитарную зону. При этом проблемы с Роганским полигоном исчезнут.

Строительство комплекса (модульного типа мощностью 100 тыс. т в год) потребует капитальных затрат порядка 100 млн грн. Себестоимость переработки 1т составляет 60 грн. За счет возврата на рынок вторичного сырья, полученного на этапе сортировки доход предприятия составит 17–20 млн грн. Полученная в результате утилизации тепловая и электрическая мощности составят соответственно 20 МВт и 9 МВт.

Следует отметить также, что скандинавские страны уже давно взяли курс на использование альтернативных источников энергии, в том числе и ТБО. В общем объеме производства электроэнергии, энергия из ТБО составляет сегодня 5 % и эта цифра будет расти.

*\*В работе использованы материалы магистерской работы Н. Юрина, руководитель работы канд. техн. наук Немировский И. А.*

**Список литературы**

1. Парфенюк А. С., Антонюк С. И., Топоро А. А. Диоксины: проблема техногенной безопасности технологий термической переработки углеродистых отходов // Экологические и ресурсосбережение. – 2002. – № 6. – С. 40–44.
2. С. Э. Демешкевич. Рекомендации по проектированию пунктов уничтожения твердых бытовых отходов в аэропортах, Москва. 1984.
3. Шубов Л. Я., Ставровский М. Е., Шехирев Д. В. Технологии отходов (Технологические процессы в сервисе): Учебник. – ГОУВПО «МГУС». – М., 2006.
4. Дмитрий Митропольский Утилизация мусора по-скандинавски "СтройПРОФИль" 5 (59), 2007.

**PROCESSING OF HORD DOMTSTIC WASTES: PROBLEMS AND DIGNITIES (Part 2)  
(Part 1 published in № 6, june 2011)**

I. A. NEMIROVSKY, Cand. Tech. Scie.

*The problems of utilization of hard bytovikh and industrial wastes are in-process considered. The analysis of the existent state is executed the world and, in particular, to on the Kharkov area. The methods of the use of TBO are considered and the preliminary estimation of economic efficiency of their possible introduction is done.*

Поступила в редакцию 17.04 2011 г.

**ЛІЧИЛЬНИКИ ГАЗУ БУДУТЬ У КОЖНОМУ ДОМІ**

**П. Куш, журналіст**

Влада постійно працює над створенням системи стимулів для підвищення енергоефективності економіки та соціальної сфери. Про це заявив перший віце-прем'єр-міністр — міністр економічного розвитку і торгівлі **Андрій Ключев** в інтерв'ю журналістам.

Як приклад він навів нещодавно прийнятий Верховною Радою і підписаний Президентом Закон «Про забезпечення комерційного обліку природного газу». На думку урядовця, закон стимулюватиме і постачальників газу, і населення встановлювати лічильники. До останнього часу понад 5 млн споживачів платили за газ за нормативами, незалежно від реальних обсягів його споживання — до 40% житла ще не оснащено газовими лічильниками. Іншими словами, майже 4 млрд кубометрів, або близько 20% газу, що споживається населенням, не враховується лічильниками. Андрій Ключев заявив, що до 2018 року 100% споживачів повинні бути оснащені приладами обліку

«УРЯДОВИЙ КУР'ЄР», 13.07.11