



ХИМИКОТЕХНОЛОГИЧЕН И МЕТАЛУРГИЧЕН УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛТЕТ ПО ХИМИЧНО И СИСТЕМНО ИНЖЕНЕРСТВО

КАТЕДРА „ИНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГИЯ“

инж. Ваня Васкова Къосева

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертация

**УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕ И
ОБЕЗВРЕЖДАНЕ НА ТВЪРДИТЕ БИТОВИ ОТПАДЪЦИ ЧРЕЗ ПРЕВРЪЩАНЕТО ИМ
В СУРОВИНЕН И ЕНЕРГИЕН РЕСУРС**

за придобиване на образователната и научна степен „доктор“

по научна специалност

„Технология за оползотворяване и третиране на отпадъците“

Научен ръководител:

Проф. д-р инж. Иван Домбалов

Научен консултант:

Доц. д-р инж. Ек. Тодорова

Научно жури:

1. Проф. д-р инж. Богдана Куманова – ХТМУ
2. Проф. д-р инж. Венко Бешков – БАН
3. Проф. д-р инж. Иван Митов – БАН
4. Проф. д-р инж. Иван Домбалов – ХТМУ
5. Доц. д-р инж. Анатоли Ангелов – МГУ

Дисертационният труд е написан на 185 стр. и съдържа 90 фигури и 68 таблици. Цитирани са 189 източника.

Представеният дисертационен труд е обсъден и приет на защита на заседание на разширен научен съвет на научното звено в катедра „Инженерна екология”, състояло се на 03.05.2012 г .

Публичната защита на дисертационния труд ще се проведе на 05.09.2012 г. от 14.00 часа в зала 424, етаж 4, сграда „А” на ХТМУ.

Материалите са на разположение на интересувашите се на интернет страницата на ХТМУ и в отдел „Научни дейности”, стая 406, етаж 4, сграда „А” на ХТМУ.

Введение

Устойчивото управление на непрестанно растящите количества отпадъци е едно от най-сериозните предизвикателства пред съвременните общества. Паралелно с нарастването на обема генерирани отпадъци, нарастват и тяхното разнообразие, сложност, токсичност и свързаните с това трудности и разходи по обезвреждане на им.

Днес управлението на битовите отпадъци е глобално предизвикателство за човечеството. Шестата програма за действие по околна среда също поставя специфични цели за намаляване на цялостното генериране на отпадъци и на опасните им свойства, както и преминаването от обезвреждане към повторна употреба, рециклиране и възстановяване. През последните години се обръща все по-голямо внимание на отпадъците като вторичен суровинен ресурс с икономическа стойност и с важна роля в борбата с изчерпването на суровините в резултат на икономическия растеж.

Управлението на битовите отпадъци в България продължава да бъде актуален проблем, като се има предвид, че все още е нерешен. Докато има страни, които вече депонират само около 3 % от отпадъците си, България е известна в ЕС, като страната, която депонира почти 100 % от отпадъците си.

Страната ни закъснява вече 2 години с приемането и транспонирането на новата Рамкова директива 2008/98/ЕО за отпадъците от 2008 г., която трябваше да бъде транспонирана в националните законодателства на всички страни членки до 12 декември 2010 г.

1. Анализ и оценка на възможностите за оползотворяване и обезвреждане на твърди битови отпадъци (ТБО) - литературен обзор

1.1. Политика на ЕС при управлението на ТБО

За да се прекъсне връзката между икономическия растеж и генерирането на отпадъци, новата Рамкова Директива за отпадъците на ЕС (2008/98/ЕО) създава правна рамка за обработката на отпадъци в ЕС, която има за цел защита на околната среда и човешкото здраве чрез предотвратяване на вредните последици от генерирането на отпадъци и тяхното управление.

Директивата въвежда принципи за управлението на отпадъците, като „замърсителят плаща“, и установява като приоритетен ред следната йерархия на отпадъците: предотвратяване; подготовка за повторна употреба; рециклиране; друго оползотворяване, напр. оползотворяване за получаване на енергия и обезвреждане.

Директивата влиза в сила на 12 декември 2008 г., а до 12 декември 2010 г. държавите-членки трябваше да приемат необходимите нормативни актове, за да се приведат националните законодателства в съответствие с нея. Новите изисквания на Директивата променят съществено Европейското законодателство по управление на отпадъците, като се отдава по-голямо значение на концепцията за тяхното рециклиране и оползотворяване, насочвайки усилията към създаване на „рециклиращо общество“.

Издадена през 1999 г. Директива 1999/31/ЕС се оказва крайъгълен камък в политиката на ЕС по управление на отпадъците. Тя маркира решителната смяна от депониране към новата йерархия на управление на отпадъците в ЕС, съгласно която отпадъците се депонират само в краен случай. Обосновката за това е ясна: освен опасенията за капацитета на депата в някои страни, законодателите са подтикнати и от нарастващите опасения за въздействието, което депата оказват върху компонентите на околната среда – емисиите във въздуха на метан и други газове, както и замърсяването на подземните и повърхностните води и почвите. [38] Съгласно тази Директива в страните-членки на ЕС количеството биоразградими твърди битови отпадъци, постъпващо за депониране, трябва да бъде намалено до максимум: 75 % до 2010 год.; 50 % до 2013 год.; 35 % до 2020 год. в сравнение с базовата линия от 1995 г., установена от Директивата. [27,38]

През 2008 г. Европейската комисия публикува „Зелена книга за управление на биологичните отпадъци в ЕС“. В нея са разгледани няколко варианта за подобряване управлението на биологичните отпадъци, включително стандарти за компоста, мерки за предотвратяване на специфични био-отпадъци и още по-сериозни цели за намаляване на биологичните отпадъци, постъпващи за депониране.

Емисиите на парникови газове също стават все по-актуални при управление на отпадъците, което може да допринесе към постигане на целите на протокола от Киото. През 2005 г. дейностите по управление на отпадъците са допринесли за 2,6 % от общите емисии на парникови газове в страните от ЕУ-15. Депонираните биоразградими отпадъци са източник на метан в продължение на години.

Директива 2001/77/ЕС за насърчаване производството на електроенергия от възобновяеми енергийни източници на вътрешния пазар на електроенергия стимулира инсинерането на отпадъци с оползотворяване на енергията. Съгласно тази Директива, биоразградимата фракция на промишлените и битовите отпадъци е дефинирана като възобновяем, не-фосилен източник на енергия. Очаква се

страните-членки да си поставят национални цели за получаването на електрическа и топлинна енергия от отпадъци, за да се постигне целта на ЕС до 2020 година 20 % от получаваната енергия да е от ВЕИ. [38]

1.2. Управление на ТБО в България

Съгласно Националната програма за управление на дейностите по отпадъците (2009 -2013 г.), са определени 56 регионални системи за управление на отпадъците.

Построени са 27 регионални депа в съответствие с изискванията на Директива 1999/31/ЕС. Тези депа са с общ капацитет 12 735 425 т и на тях могат да се депонират битовите отпадъци от 4 132 557 жители (около 55 % от населението на страната).

В процес на строителство с национално финансиране са 5 регионалните депа, а за 1 регионално депо е осигурено целево финансиране по програма ИСПА и национално съфинансиране. Тези депа ще обхванат още 913 476 жители (12%) от населението в страната.

Останалите 23 регионални системи за управление на отпадъците са на различен етап на подготовка.

Предвижда се изграждане на 28 инсталации за компостиране и МБТ на биоразградимите отпадъци на територията на общините, на чиито регионални депа се депонират годишно над 20 000 тона отпадъци.

По Оперативна програма "Околна среда 2007-2013 г." се предвижда да бъдат изградени: 30 съоръжения за компостиране, от които 2 на регионалните депа, 13 на претоварните станции и 15 други; 18 инсталации за сепариране; 15 претоварни станции, на 13 от които се предвиждат компостиращи съоръжения; 2 инсталации за МБТ;

За 20 региона се предвижда различна комбинация от изброените съоръжения в зависимост от особеностите на конкретния регион, както и социалната поносимост на инвестицията.

Изграждането на компостиращи съоръжения е предвидено и за вече изградените Регионални депа като тяхното финансиране ще става под формата на субсидии от Държавния бюджет.

В 7 региона е предвидено изграждането от Държавния бюджет на компостиращи съоръжения, които да третират отпадъците на 41 общини.

В нашата страна досега се реализират единствено проекти за депониране на битовите отпадъци, което определя и високия риск от самозапалване и генериране на емисии в продължение на 50-60 години. Освен непрекъснатите емисии на парникови газове депата при експлоатацията у нас винаги са източник на миризми и инфилтрати, които често не се третират.

Настоящата практика в страната е неприемлива, тъй като не се използва потенциала на битовите отпадъци като суровинен и енергиен ресурс. Тя е в пълно противоречие с принципите за устойчиво развитие и не отговаря на нормативните изисквания и „Национална стратегия за ограничаване и предотвратяване депонирането на биоразградими компоненти на отпадъците” и плана за нейното прилагане.

Почти всички населени места в страната имат по едно или няколко, най-често нерегламентирани сметища, на които се натрупват различни видове отпадъци. Ограничен брой населени места поддържат депа, обслужващи по няколко селища.

В Таблица 1.2.-1. е представена количествена оценка на генерираните в страната ТБО за периода 1999 – 2010 год.

Таблица 1.2.-1. Данни за битовите отпадъци за страната, за периода 1999 – 2009 г. [188]

БИТОВИ ОТПАДЪЦИ	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	ОБРАЗУВАНИ БИТОВИ ОТПАДЪЦИ											
Общо образувани битови отпадъци - хил. тона	4141	4224	4003	3945	3916	3826	3680	3548	3314	3615	3561	3091
Образувани битови отпадъци на човек от населението - кг/чов./г.	506	518	507	503	502	492	475	461	433	474	470	410
	СЪБРАНИ БИТОВИ ОТПАДЪЦИ ОТ ОБСЛУЖВАНИТЕ НАСЕЛЕНИ МЕСТА											
	1139	1190	1295	1361	1465	1801	2388	2780	3128	3445	3988	4238
Обслужвани населени места - брой	6333133	6402154	6360062	6363519	6395980	6551180	6794062	6932761	7086139	7192756	7330933	7394983
Население в обслужваните населени места - брой	77,6	78,6	80,2	81,1	82,0	84,2	87,8	90,0	92,5	94,4	96,6	98,2
Дял на обслужваното население от системи за организирано сметосъбиране - %												
Събрани битови отпадъци от обслужваните населени места - хил. тона	.	.	.	.	.	3092	3144	3103	2980	3359	3421	3041
Събрани битови отпадъци на човек от обслужваното население - кг/чов./г.	506	518	505	503	502	472	463	448	420	467	467	404
ДЕПА ЗА БИТОВИ ОТПАДЪЦИ												
Депозирани битови отпадъци - брой	567	619	663	677	706	633	537	482	435	349	278	172
Общо пристигли отпадъци на депата - хил. тона	.	.	.	.	.	3430	3611	3223	3738	3987	3948	3725
в това число:												
Събрани на депата и временно съхранени битови отпадъци - хил. т	3213	3318	3211	3199	3209	3092	3237	3103	3324	3369	3692	3067
от които:												
Депонирани битови отпадъци - хил. т	3197	3271	3198	3188	3194	3092	3144	2751	2980	3359	3421	3041
Временно съхранени битови отпадъци - хил. тона	.	.	.	.	.	.	93	351	344	11	265	0
Препадени за рециклиране битови отпадъци - хил. тона						.	.	0,35	0,17	.	6	26,09
Събрани строителни отпадъци на депата за битови отпадъци - хил. тона	.	.	.	.	.	.	.	.	.	410	396	380
Загата площ от депата – дека	6697	7245	7249	7456	7900	7795	7669	23012	6384	6198	5308	4930
Остатъчен капацитет на депата - м³	26805649	26542731	25862470	23755768	35368662	25233656	26334772	21896950	25792524	23659943	18557893	18132432

1.3. Методи за оползотворяване и обезвреждане на ТБО

1.3.1. Термични методи – горивни (инсинерирание), пиролизни, газификационни, плазмени, комбинирани. Енергия от отпадъци

Днес термичните методи се разглеждат не само като начин за обезвреждане на отпадъците и минимизиране на остатъка за депониране, а като начин за оползотворяване на техния енергиен потенциал. Те са в основата на направлението „Енергия от отпадъци“, което става все популярно, като част от интегрираното управление на битовите отпадъци.



Фиг. 1.3.1.-1. Енергийно съдържание на ТБО* [151]

В потока битови отпадъци се съдържа около една трета от енергийния потенциал на същото количество въглища. Както от икономическа, така и от екологична гледна точка е разумно да се оползотворява енергията на тази част от битовите отпадъци, която не може да бъде рециклирана. Органичните компоненти в битовите отпадъци са възможен източник на енергия и нейното оползотворяване ще намали необходимостта от изкопаеми горива, както и емисиите на парникови газове. Количествата твърди битови отпадъци, които се генерират годишно в Европа биха могли да

задоволят част от потребностите от енергия на континента.

Прилаганите термични методи са:

- Инсинерирание;
- Пиролиза и газификация;
- Комбинирани термични процеси;
- Плазмени методи;

1.3.2. Получаване на твърди и течни горива – RDF гориво и пиролизно масло

- Механо-биологично третиране (МБТ) за получаване на RDF

Първите инсталации за МБТ са били създадени с цел да намалят въздействието върху околната среда в резултат на депонирането. МБТ допълва, но не заменя другите технологии за управление на отпадъците като рециклиране и компостиране, т.е. МБТ е част от системите за интегрирано управление на отпадъците. Основното предимство на МБТ е, че то може да бъде насочено към постигането на няколко различни цели. В съответствие с Европейската Директива за депониране и националните цели за рециклиране, някои от основните цели на МБТ инсталациите са:

- Предварително третиране на отпадъците преди депониране;
- Отклоняване на биоразградимите и биоразградимите ТБО от депониране чрез механично сортиране на ТБО до отделянето на отпадъци, които могат да бъдат рециклирани и/или да бъдат използвани за получаване на енергия под формата на RDF.
- Отклоняване на биоразградимите ТБО от депониране чрез: намаляване на обема на биоразградимите битови отпадъци преди депониране; намаляване степента на биоразградимост на биоразградимите битови отпадъци преди депониране;
- Получаване на „нестандартен компост“;
- Превръщане в горим биогаз за получаване на енергия;
- Изсушаване на отпадъците за високо калорична органична фракция за получаване на RDF.

- Термохимични процеси за получаване на течни горива от отпадъци

Термохимичното третиране на биомасата е едно от последните направления за третиране на отпадъците, на което се отделя все по-голямо внимание напоследък. То е перспективен еколого- и икономически съобразен метод за получаване на енергия и химични вещества от битовите отпадъци. Съставът на продуктите от тези процеси зависи от конкретните условия на процеса, като най-общо продуктите са: газообразни (синтезгаз), кондензиращи пари/течности (био-масло, смоли) и твърди остатъци (въглен, пепел).

Синтетичното масло, състоящо се от алифатни и ароматни въглеводороди и повече от 200 идентифицирани съединения е много гъвкав енергоизточник. То може да бъде транспортирано и съхранявано за употреба за получаване на електро- и топло енергия в котли като заместител на горивото (или като помощно гориво) и може да се използва като течно гориво за двигатели с вътрешно горене.

1.3.3. Биологични методи – компостиране и анаеробно разлагане

Постигането на целите на Директивата за депонирането за намаляване на количествата депонирани биоразградими отпадъци налага разделното събиране на биоразградимата фракция от ТБО,

а това от своя страна поражда необходимостта от изграждането на съоръжения за третирането на тези отпадъци.

В зависимост от начина на протичане на процесите на разлагане на органичните материали, методите за третиране на биоразградимите отпадъци са две основни групи: аеробни (компостиране) и анаеробни.

1.3.3.1. Компостиране

Прилаганите системи за компостиране са:

- Открито компостиране (тип “Windrow”)
- Компостиране в контейнери (закрито компостиране)

Има сериозни опасения за качеството на компоста от смесени ТБО, тъй като полученият продукт не отговаря на стандартите за качествен компост, а може да се използва само в депата за дневно покриване на депонираните отпадъци, поради голямото количество твърди замърсители, като стъкло и бионеразградими пластмаси, които се неизбежни дори и при много стриктна сепарация и предварително третиране. Още по-сериозна опасност от физическите представляват химичните и биологични замърсители, сред които тежки метали, органични замърсители, ендокринни дизруптори и патогенни микроорганизми.

Освен, че съдържа големи количества физически замърсители, компостът от смесени ТБО съдържа и значителни количества бързо- и бавно усвояващи се хранителни елементи. Тяхното количество може да бъде толкова голямо, че да инхибира растежа на растенията като предизвиква осмотичен стрес или амониева токсичност.

1.3.3.2. Анаеробно разлагане

Едно от основните ограничения на процеса е невъзможността да се разгражда лигнината – основен компонент на дървото, за разлика на процесите на аеробно биоразлагане.

Анаеробното разлагане на ТБО се прилага в промишлен мащаб от около 15 години, като сред първите страни са Германия, Холандия и Дания. По-късно такива инсталации се разработват в Испания, Португалия и Белгия, Швеция, Обединеното Кралство и Франция.

Анаеробното третиране има някои предимства в сравнение с аеробното – спестява енергия (която е необходима за аерацията), като в същото време се получава енергия от получения биогаз. Също така се намалява генерирането на мизирми, което намалява допълнителни разходи за третиране.

1.3.4. Депониране

Депонирането се разглежда като опция за крайно съхранение. Препоръчва се предварително третиране на всички отпадъци преди депонирането и само инертните отпадъци и тези, които не подлежат на оползотворяване би трябвало да бъдат депонирани.

Досега, предпочитаният метод за обезвреждане на отпадъците в България е тяхното депониране. Понастоящем значителна част от съществуващите в страната депа за битови отпадъци, обслужващи населените места с организирано събиране на отпадъци, не отговарят на изискванията на националното и Европейското законодателство. Изключение правят тези, които са изградени, реконструирани, модернизирани и въведени в експлоатация след 1997 г. Поради потенциалния риск, произтичащ от съществуващите депа, от първостепенна важност е те да бъдат рехабилитирани, с цел обезпечаване на бъдещата им експлоатация или да бъдат закрити и изградени съответни нови съоръжения, така както това е предвидено в “Програмата за прилагане на директива 1999/31/ЕС за депониране на отпадъците”.

1.4. Методите за третиране на ТБО и приносът им към устойчивото развитие

Оценки, базирани на жизнения цикъл на основните въздействия върху околната среда на ТБО са показали следните ползи от енергийно възстановяване на ТБО, изразяващи се в: редуцирани емисии на парникови газове; намалява се изчерпването на природни ресурси (изкопаеми горива и суровини); намалено въздействие върху водите; намалено замърсяване на почвите.

Прегледът на краткосрочния и средносрочния потенциал на възобновяемите енергийни източници (ВЕИ) показва, че възстановяването на енергия от ТБО може да има съществен принос към получаването на електроенергия.

Получаването на енергия от ТБО има потенциала за значителен принос към устойчивото развитие.

1.5. Изводи от литературния обзор

На базата на направените в първата част на дисертационния труд анализ и оценка на възможностите за оползотворяване и обезвреждане на ТБО могат да бъдат обобщени следните изводи:

1. Управлението на ТБО в България продължава да бъде сериозен и актуален проблем, който вече години наред не намира своето решение – все още няма изградена и работеща нито една „инсталация за преработване на ТБО”, а отпадъците масово продължават да се депонират.

2. България изостава с въвеждане на изискванията на новата Рамкова Директива за отпадъците и продължава да бъде страната в ЕС с най-висок процент депониране на ТБО.

3. Независимо от въведеното в някои населени места разделно събиране на рециклируемите ТБО (пластмасови, хартиени и стъклени) и отпадъците от електрическо и електронно оборудване, все още в цялата страна се прилага смесено събиране на ТБОи този необходим за страната суровинен и енергиен ресурс в количества 4 – 5 млн. т/год. се депонира на организирани и неорганизирани депа и представлява сериозна заплаха за околната среда и здравето на хората.

4. Управлението на ТБО на ниво ЕС се основава на спазване на йерархията за управление на отпадъците. В повечето страни се прилага интегриран подход на управление на отпадъците, за да се постигне максималното им оползотворяване и обезвреждане, а депонирането е намалено до минимум. Съществен принос за това има въвеждането и поддържането на ефективни системи за разделно събиране на битовите отпадъци.

5. Прилаганите в ЕС методи за третиране на ТБО недвусмислено показват ползите и необходимостта от възприемането на отпадъците като суровинен и енергиен ресурс. Тяхното приложение е свързано с подробно познаване на състава и свойствата на генерираните битови отпадъци.

6. Към настоящия момент не са избрани оптимално възможните решения за оползотворяване и обезвреждане на ТБО – до 2013 г. трябваше да бъдат изградени 56 регионални системи за управление на ТБО; построени са 27 регионални депа; 6 регионални депа са в строителство; 23 регионални депа са в етап на подготовка; реализирани са само 2 инсталации (в Пловдив и Варна) за третиране на смесените ТБО.

7. Няма утвърдена методика или нормативен документ, с който да се определя морфологичния състав на генерираните ТБО. С това се обяснява и голямото разнообразие на морфологичните състави на ТБО за различните населени места и от тук – проблемите за избор на система за третиране на ТБО – събиране, транспортиране, оползотворяване, обезвреждане.

2. Цел и задачи на дисертационния труд

Целта на дисертационния труд е проучване и усъвършенстване на възможностите за оползотворяване и обезвреждане на твърдите битови отпадъци чрез превръщането им в суровинен и енергиен ресурс.

За изпълнението ѝ са поставени следните задачи:

1. Изследвания върху морфологичния състав на ТБО – методика на анализа, количествени и качествени показатели, фактори, от които зависи

2. Изследвания върху ролята на морфологичния състав на ТБО при оптимизиране на системата за събирането им и избора на технико-технологични решения за тяхното оползотворяване и обезвреждане

3. Количествена и качествена оценка на генерираните опасни битови отпадъци

4. Определяне на енергийния капацитет (енергийния потенциал) на различните видове битови отпадъци

5. Сравнителна оценка на методите за оползотворяване и обезвреждане на ТБО

6. Проучване на възможностите за минимизиране (предотвратяване) на негативното въздействие на ТБО върху околната среда и здравето на хората и избор на метод за тяхното оползотворяване и обезвреждане.

3. Методи на анализ и оценка – морфологичен анализ, сравнителен анализ, термичен анализ

3.1. Морфологичен анализ

За целите на дисертационния труд е разработена методика за определяне на морфологичния състав на ТБО, която да позволява получаването на надеждна информация за избора на методи за третиране на ТБО. Съгласно разработената методика, морфологичният състав на ТБО се определя на базата на 19 групи, в които са разпределени 46 вида отпадъци.

3.2. SWOT анализ

SWOT анализът е избран като метод, позволяващ да бъдат анализирани силните и слабите страни, възможностите и заплахите на методите за третиране и оползотворяване на ТБО.

SWOT анализът дава ясна картина на съществуващото положение, в случая по отношение на прилагането на метод за третиране на отпадъците, както и ценни насоки в каква посока този метод трябва да се развива и подобрява. Този анализ помага да се дефинират по-ясно целите, а след това да се изгради и стратегия за постигането им.

3.2. НДНТ

По отношение на ТБО има два документа, определящи НДНТ - за третиране на отпадъци и за инсинериране на отпадъци. Всяка една инсталация за третиране на отпадъци трябва да отговаря на изискванията на НДНТ за да се гарантират опазване компонентите на околната среда и здравето на хората. За тази цел се прави сравнение по отношение на: използваните суровини и енергия и генерираните отпадъчни газове, отпадъчни води, твърди отпадъци, опасни отпадъци.

3.3. Термичен анализ

За определяне на термичните свойства (количеството отделяна топлина) на различни видове ТБО е използван метода на диференциално-сканиращата калориметрия (DSC) и термогравиметричния анализ (TGA). Анализите на 19 проби на различни основни видове ТБО са извършени в лабораторията по термохимични и термофизичен анализ към Централната научно-изследователска лаборатория (ЦНИЛ) на ХТМУ.

4. Възможности за усъвършенстване на методите за оползотворяване и обезвреждане на ТБО чрез превръщането им в суровинен и енергиен ресурс

4.1. Морфологичният състав на ТБО - предпоставка за избора на метод за третиране

4.1.1. Морфологичен състав на ТБО в България – анализи, оценки и проблеми

Морфологичният (механичният) състав на твърдите отпадъци представлява съдържанието на частите, които ги съставляват, изразено в процент от общото им тегло. Определянето на морфологичния им състав е необходимо в следните случаи: при избора на метод за обезвреждане на отпадъците; при вземането на лабораторни проби за физико-химични и санитарно-микробиологични изследвания, при оценяване качествата на отпадъците като вторични суровини.

Като цяло, от разгледаните данни подадени от общините за морфологичния състав на битовите отпадъци е установено, че те не са разработени идентично и класификацията на видовете битови отпадъци не са унифицирани, което вероятно е резултат от недобрата съгласуваност между общинските администрации на територията на страната.

Направеният анализ за влиянието на големината на населените места върху морфологичния състав, показва че с нарастването на броя на жителите на населените места, тенденциите са за увеличение на пластмасовите и хартиени отпадъци, сравнително не голямо завишение в количествата на стъклените отпадъци и рязък спад на растителни отпадъци, като дял в смесено събраните отпадъци.

Поради тази причина, при разработването на настоящия дисертационен труд беше идентифициран реалният съставът на ТБО, представен в Таблица 4.1.1.-8. Определянето на представения в Таблица 4.1.1.-8. изчерпателен морфологичен състав би било доста трудоемко, поради което беше редуциран до 19 основни категории, представени в Таблица 4.1.1.-9.

Таблица 4.1.1.-9. Категории отпадъци при извършването на морфологичен анализ

№	Категории отпадъци
1	Пластмасови
2	Хартиени
3	Състелни
4	Метални
5	Дървени
6	Композитни
7	Електрически и електронни
8	Текстилни
9	Кожи
10	Гуми, каучук
11	Строителни
12	Инертни
13	Растителни (зелени)
14	Хранителни
15	Акумулатори и батерии
16	Хигиенни и медицински
17	Козметични и дом. препарати
18	Химични вещества и техни смеси
19	Други

Таблица 4.1.1.-8. Компоненти при определяне на морфологичен състав на ТБО

№	Отпадъци	№	Отпадъци	№	Отпадъци
1	Пластмасови	16	Плодове и зеленчуци от пазари и тържища	31	Пестициди
2	Хартиени	17	Пясък, пръст, земя	32	Биоциди
3	Състелни	18	Строителни	33	Лакове
4	Метални	19	Керамика	34	Разтворители
5	Композитни опаковки	20	Порцелан, фаянс	35	Бои, пигменти
6	Текстилни	21	Животински	36	Живачни и флуоресцентни лампи
7	Гумени, каучукови	22	Медицински	37	Живак
8	Кожи	23	Лекарства	38	Автокозметични
9	Електрически и електронни	24	Козметика	39	Отработени масла
10	Дърво и дървесни	25	Хигиенни	40	Батерии
11	Растителни	26	Детергенти	41	Акумулатори
12	Хранителни	27	Дезинфектанти	42	Пепели и сгуря
13	Кухненски	28	Пожароопасни	43	Отпадъци, съдържащи тежки метали
14	Ресторантски	29	Взривоопасни	44	Отпадъци, съдържащи УОЗ-стари и нови
15	Кетърингови	30	Радиоактивни	45	Други

Определянето на представения в Таблица 4.1.1.-8. изчерпателен морфологичен състав би било доста трудоемко, поради което беше редуциран до 19 основни категории, представени в Таблица 4.1.1.-9. Посоченият в Таблица 4.1.1.-9. морфологичен състав следва да се определя за различните категории населени места, както следва:

- Градове - над 200 000, 100 000 ÷ 200 000, 30 000 ÷ 100 000, 10000 ÷ 30000, до 10000 жители;
- Села - над 4 000, 2 500 ÷ 3000, 2000 ÷ 2 500, под 2000 жители;

4.1.2. Разработване на методика за морфологичен анализ на ТБО в България

В Европа и по света се прилагат различни техники за определяне морфологичния състав на отпадъчни потоци. Някои от тези техники се разработват от 1970-те години насам и се използват в продължение на десетилетия. Въпреки това, няма утвърден Европейски или международен стандарт за провеждането на такива проучвания. Внедряването на един такъв стандарт е малко вероятно, тъй като отделните държави имат различни системи за сметосъбиране, различни видове жилища и различни цели на подобни проучвания.

Настоящата методика описва подход за представително пробовземане от фракцията на твърдите битови отпадъци. Тъй като е невъзможно да се анализира цялото количество отпадъци от проучваната област (основното количество), се налага да се вземе проба на случаен принцип. Тази проба трябва да е представителна за областта на изследване и да описва характеристиките на цялото основно количество. За да се получат статистически приемливи резултати при такива хетерогенни условия, е необходимо да се избере и подходящ размер на пробата.

Методиката установява минималните стандарти, на които трябва да отговаря един анализ на отпадъци: процедурите на сортиране; категориите на сортиране; указания за определяне на статистическата точност и докладването на данните. Това осигурява сравнимост на резултатите от различните анализи на отпадъци.

За определяне на морфологичния състав на ТБО е необходима следната информация: общо описание на проучваната област; обща информация за населението и за управлението на отпадъците

Минималните статистически стандарти, изисквани в методиката са следните:

- резултатите трябва да бъдат изразени в 95% доверителен интервал. Относителната точност на общите резултати (теглото на единиците на пробовземане) трябва да е под 10% (максимално допустима за пробовземане на случаен принцип грешка за общите резултати).

- Относителната точност за преобладаващите категории (органика, хартия, пластмаса, стъкло, метал и фини отпадъци) трябва да е под 20% (максимално допустима за пробовземане на случаен принцип грешка).

n на брой проби се описват със следните статистически показатели:

- Средна стойност на измерените стойности
$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

- Дисперсия на пробата:
$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (6)$$

- Стандартно отклонение:
$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (7)$$

- Коефициент на вариация:
$$\text{var coeff}(x_i) = \frac{s}{\bar{x}} \quad (8)$$

- Коефициент на вариация на средната стойност:
$$\text{var coeff}(\bar{X}) = \frac{s}{\bar{x}\sqrt{n}} \quad (9)$$

- Масимално допустима грешка при пробовземане на случаен принцип:
$$\varepsilon_{\hat{\theta}_r} = \frac{t_{\alpha, n-1} \cdot \text{var coeff}(x_i)}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \quad (10)$$

където: $t_{\alpha, n-1}$: доверителен коефициент (от таблица за t-разпределение с вероятност за грешка α и $n-1$ степени на свобода)

$\text{var coeff}(x_i)$: коефициент на вариация на единичните стойности от проба

$\hat{\theta}$: оценка за стойността на желанния параметър в основното количество

n : брой проби

N : брой изследвани единици в основното количество

$\sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$: корекция на ограничеността, даваща доказателство, че при $n \rightarrow N$ грешката на пробата клони

към нула. За малки проби от голямо основно количество факторът е ≈ 1 .

За изчисление на доверителния интервал се следва следния алгоритъм:

Дисперсията на основното количество σ^2 обикновено не е известна. Тя може да се изчисли приблизително от дисперсията на пробата: $\sigma^2 \approx s^2$. В този случай трябва да се приложат t-разпределението и отговарящите доверителни коефициенти ($t_{\alpha, n-1}$).

1. Изчислява се $\bar{x}$ от пробата
2. Допускайки, че σ е неизвестна, стандартното отклонение на основното количество трябва да се изчисли чрез пресмятане на s (стандартно отклонение на пробата)
3. Изчислява се коефициента на вариация на средната стойност чрез следната формула:

$$\text{var coeff}(\bar{x}) = \frac{s}{\bar{x} \cdot \sqrt{n}}$$

4. Определяне на доверителния коефициент (z-стойност) $t_{\alpha, n-1}$ от таблицата за t-разпределение, свързано с желаното ниво на значимост.

5. Изчисляване на доверителния интервал (C.I.) чрез следната формула:

$$C.I. = \bar{x} \pm \frac{t_{\alpha, n-1} \cdot \text{var coeff}(x_i)}{\sqrt{n}} = \bar{x} \pm t_{\alpha, n-1} \cdot \text{var coeff}(\hat{\bar{x}}) \quad (11)$$

Броят необходими проби зависи от:

- изискването за постигане на желаната точност на резултатите (изразено чрез максимално допустимата грешка за пробовземане на случаен принцип $\epsilon_{0,r}$)
- изискването за нивото на значимост (изразено чрез доверителния коефициент (z-стойност) на t-разпределението $t_{\alpha, n-1}$)
- дисперсията на количеството (изразена чрез коефициента на вариация $\text{var coeff}(x_i)$)
- пропорцията $f = \frac{n}{N}$

Необходимият брой проби може да бъде определен по следното уравнение:

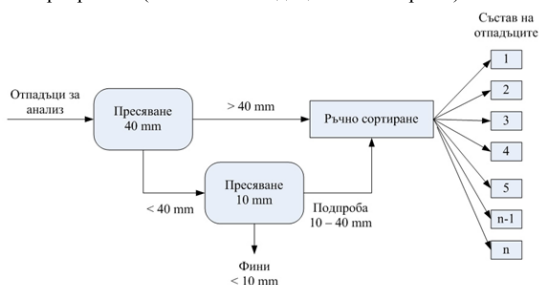
$$n = \left(\frac{t_{\alpha, n-1} \cdot \text{var coeff}(x_i)}{\epsilon_{\hat{\theta}, r}} \right)^2 \text{ за } f = \frac{n}{N} < 0.05 \quad (12)$$

Голям брой фактори може да повлияе върху състава или количеството на предвидените за анализ отпадъци. Тези фактори (стратификационни критерии) от своя страна могат да са различни за отделните общини, например: жилищна структура, отоплителни системи, сезонни изменения, размер на контейнерите, наличие на общински обекти, предназначени за отдиш, празнични периоди, тип на сметосъбиращата система (разделно събиране), нива на общественото образование и осведоменост относно въпросите, свързани с отпадъци, други.

„Стратификация на управлението на отпадъци” цели получаване на точни резултати за отделните подгрупи. По този начин изискваният брой проби трябва да е много по-голям, отколкото в случая на статистическа стратификация, която обикновено цели повишаване точността на общите резултати от анализа на отпадъци.

Всяка проба трябва да бъде етикетирана с уникален идентификационен референтен код. За всяка проба трябва да бъде събрана и записана минимум следната информация: уникален идентификационен референтен код; адрес/местоположение, откъдето е взета пробата; дата на пробовземане; брой и вид на събраните контейнери; визуално преценена степен на запълване на събраните контейнери за отпадъци в %; визуално преценена степен на запълване на други контейнери в района (в %) за изчисляване на количеството отпадъци. Друга информация, която би била полезна за оценката на резултатите се отнася до броя жители, генериращи отпадъците на адреса на пробовземане и интервала на сметосъбиране. Когато тази информация не е налична, може да се използват общи данни от общината за средния брой жители, обитаващи даден имот. Тази информация би била полезна за определяне на количеството

отпадъци за глава от населението и количеството отпадъци за едно домакинство. За да се улесни сортирането, пробите могат да се разделят на две първоначални фракции (Фиг.4.1.2.-1.) Теглото на всяка категория се записва с точност ± 0.1 kg. Основата за оценката са резултатите от претеглянията по време на сортирането (състав на отпадъците в килограми) за всяка проба.



Фиг. 4.1.2.-1. Процес на разделяне отпадъчния поток на фракции

С цел осигуряване на качеството следните статистически стойности трябва да бъдат пресметнати за всяка категория отпадъци, всеки анализ и за общия резултат: средна стойност; медиана; стандартно отклонение; коефициент на вариация; доверителен коефициент (отнася се за таблици на t-разпределение); относителен доверителен интервал (%); доверителен интервал (kg); състав (%).

4.1.3. Изводи

1. Анализирани са данните за морфологичния състав на ТБО отпадъци на 62 общини в България и е установено, че липсва единна методология на извършване на морфологичен анализ на битовите отпадъци, който да има практическо значение за избора на технологии за по-нататъшно третиране на отпадъците.

2. Съществуващите данни за морфологичния състав на изследваните общини показват, че броя на компонентите, на които са разпределени отпадъците в повечето случаи е произволен и недетайлизиран, което е пречка за избора на подходяща технология за третиране на ТБО.

3. Проучените данни за морфологичен състав на ТБО в страната показват, че досега са определяни само някои основни групи отпадъци, а всички останали се включват в категорията „други“, имаща голям процент, в някои случаи – над 50 %. Това на практика прави данните неприложими при управление на ТБО, тъй като съществена част от състава на ТБО остава „неизяснена“.

4. Липсата на данни за количествата и състава на генерираните ТБО за четирите сезона, особено за курортните населени места, прави незадоволителни разработените морфологични анализи и възможността на тяхна база за избор на система за управление.

5. Липсата на единен подход при определяне на морфологичния състав на битовите отпадъци в страната и в същото време необходимостта от достоверни и приложими данни, необходими за избора на метод за третиране на ТБО наложиха в настоящия дисертационен труд да бъде разработена нова методика за определяне на морфологичния състав на ТБО, съгласно която ТБО в настоящия момент се разделят на 45 вида, групирани в 19 основни групи.

4.2. Енергийната стойност на битовите отпадъци като предпоставка за избора на термични методи за тяхното третиране

4.2.1. Анализ и оценка на калоричните стойности на различни видове ТБО

Най-важният критерий за оценка на възможността отпадъците да бъдат третирани чрез изгаряне или друг термичен метод е калоричността на отпадъците. Като дефиниция, терминът калоричност включва цялото количество енергия, което се отделя в процеса на изгаряне на горивото. Калоричността на отпадъците се измерва в J/g и дава информация за топлината, отделена при горенето им.

В Таблица 4.2.1.-1. са представени типичните стойности за нетната калорична стойност (НКС) на някои видове отпадъци съгласно Референтния документ за НДНТ за инсинериране на отпадъци.

Таблица 4.2.1.-1. Типични калорични стойности на отпадъци, третирани чрез инсинериране [47]

Вид отпадък	Компоненти и примери	НКС на отпадъка	
		Интервал, GJ/t	Средно, GJ/t
Смесени ТБО	Смесени отпадъци от домакинствата	6.3 - 10.5	9
Обемни отпадъци	напр. мебели, разделно събрани от домакинствата за изгаряне	10.5 - 16.8	13
Отпадъци, подобни на ТБО	Отпадъци с характеристики, подобни на тези от домакинствата, но генерирани от магазини, офиси и др.	7.6 - 12.6	11

ТБО, оставащи след рециклиране	Пресети фракции от компостиране и процеси на материално възстановяване	6.3 - 11.5	10
Търговски отпадъци	Разделно събрани фракции от магазини, офиси и др.	10 - 15	12.5
Отпадъци от опаковки	Разделно събрани отпадъци от опаковки	17 - 25	20
RDF – горива, получени от отпадъци	Пелетизиран или гранулиран материал, получен от ТБО и подобни на тях неопасни отпадъци	11 - 26	18
Специфични промишлени отпадъци	Напр. отпадъчни пластмаси или хартия от промишлеността	18 - 23	20
Опасни отпадъци	Наричани още химични или специални отпадъци	0.5 - 20	9.75
Канализационни утайки	Сурови утайки (обезводнени до 25 % сухо вещество)	1.7 - 2.5	2.1
	Изгнили утайки (обезводнени до 25 % сухо вещество)	0.5 - 1.2	0.8

Получените резултати за нетната калорична стойност на проучени 50 (предимно немски) инсталации за инсинериране на ТБО показват, че нетната калорична стойност варира от 8 до 12.6 MJ/kg (средно 10.4 MJ/kg) или от 2.2 до 3.5 (средно 2.9) MWh/tonne.

В Таблицы 4.2.1.-9. – 4.2.1.-16. на дисертационния труд (стр. 93 – 97) са представени калоричните стойности на различни видове от основните компоненти на ТБО: 15 вида хартиени отпадъци, 5 вида текстилни отпадъци, 2 вида отработени масла, 62 вида пластмасови отпадъци, 15 вида кожени отпадъци, 10 вида каучукови отпадъци, 27 вида дървесни отпадъци. В Таблица 4.2.1.-16. са обобщени данните за калоричните стойности на тези видове ТБО.

Таблица 4.2.1.-16. Калорична стойност на отпадъците генерирани в Р България, съгласно новият морфологичен състав

№	Групи отпадъци	Калоричност, MJ/kg
1	Пластмасови	22.6 – 38.0
2	Хартиени	15.7 – 18.6
3	Стъклени	0
4	Метални	0
5	Дървени	16.1 – 19.6
6	Композитни	16.3 – 38.0
7	Електрически и електронни	25 – 30.0
8	Текстилни	16.2
9	Кожии	29.9
10	Гуми, каучук	25.9
11	Строителни	0
12	Инертни	0
13	Растителни (зелени)	4.8 – 8.6
14	Хранителни	4.2
15	Портативни акумулатори и батерии	4.6 – 10.0
16	Хигиенни и медицински	13.3 – 14.4
17	Козметични и дом. препарати и опаковки	н.д.
18	Химични вещества и техни смеси	11.0 – 25.0; 35.0 – 42.5
19	Други	-

4.2.2. Охарактеризиране на генерираните в България ТБО и техни смеси по отношение на техните енергийни показатели

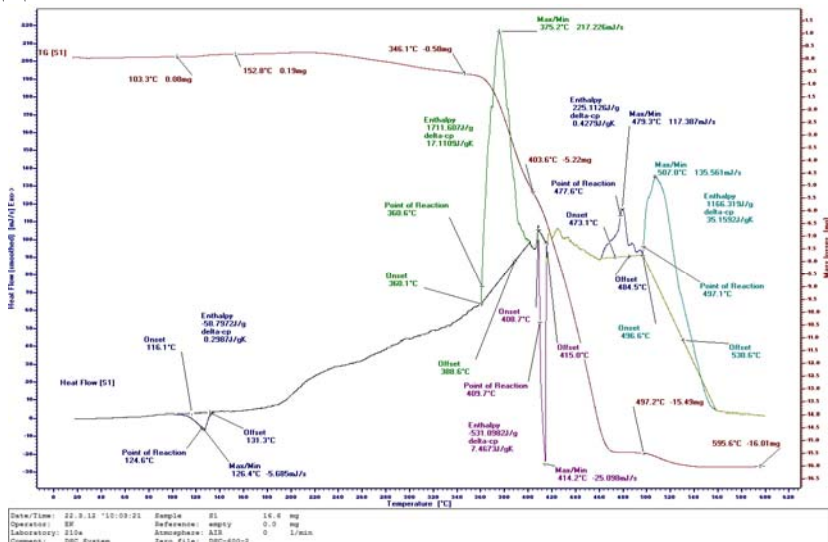
За охарактеризиране на генерираните в България ТБО по отношение на техните енергийни показатели са направени термогравиметричен анализ и диференциална сканираща калориметрия.

Термогравиметричния анализ (TGA) е метод за определяне на промените в теглото в зависимост от промяната на температурата.

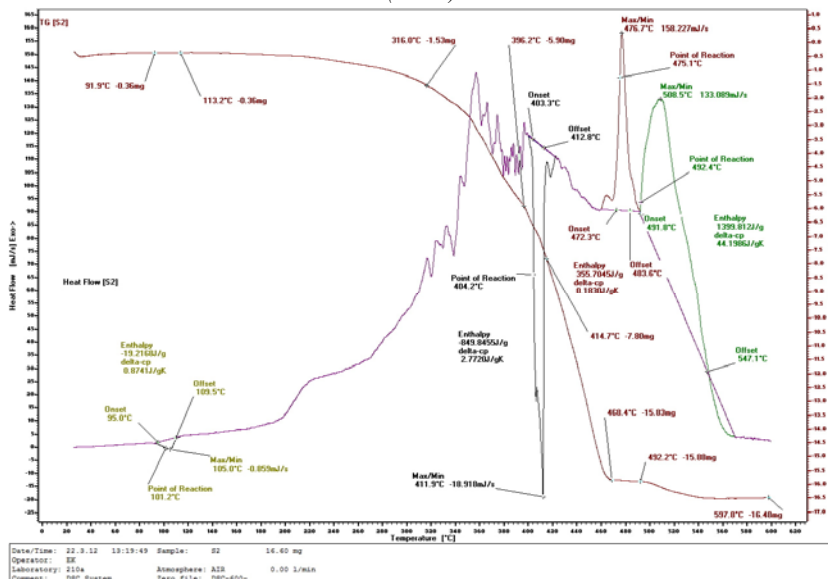
Диференциалната сканираща калориметрия (DSC) директно измерва топлинните промени по време на контролирано повишение или понижение на температурата. DSC измерва енталпията ΔH в резултат на термичното третиране. DSC се използва и за определяне на промяната в топлинния капацитет ΔC_p .

Едновременното определяне на TGA – DTA/DSC измерва едновременно топлинния поток и тегловните промени като функция от температурата или времето при контролирана атмосфера. Едновременното измерване на тези две характеристики не само подобрява продуктивността, но и улеснява интерпретацията на резултатите.

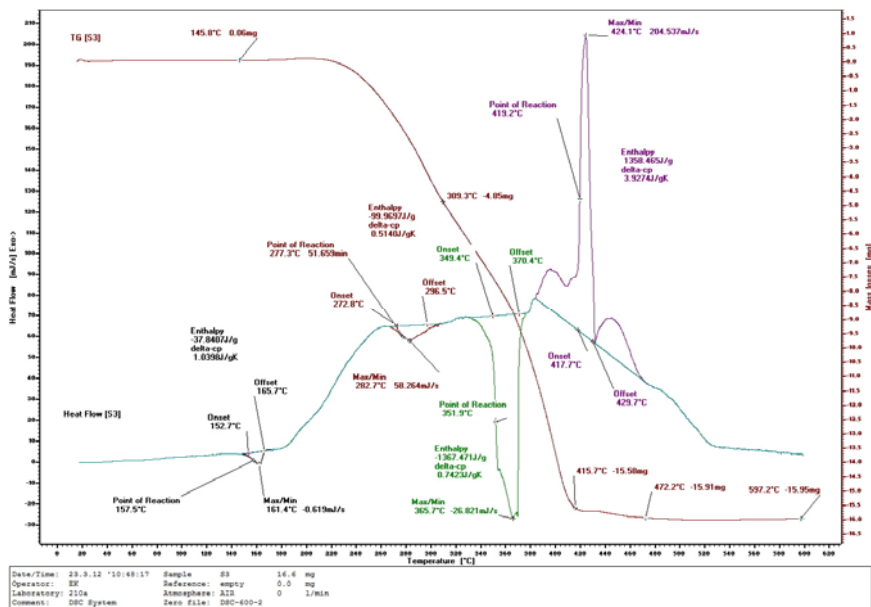
На Фиг. 4.2.2.-1. ÷ 4.2.2.-19. са представени TG и DSC зависимостите на различни битови отпадъци.



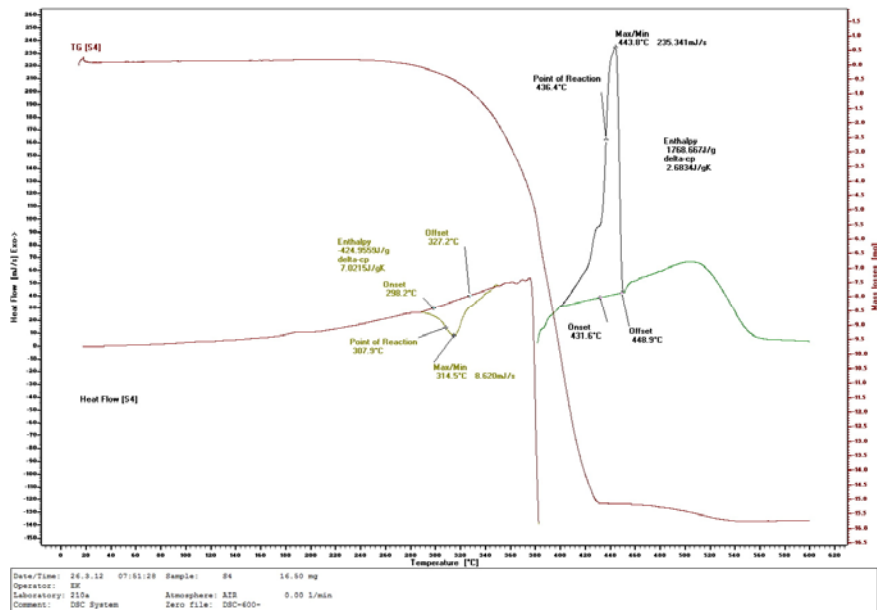
Фиг. 4.2.2.-1. TG и DSC зависимости на пластмасови отпадъци – полиетилен с висока плътност (HDPE)



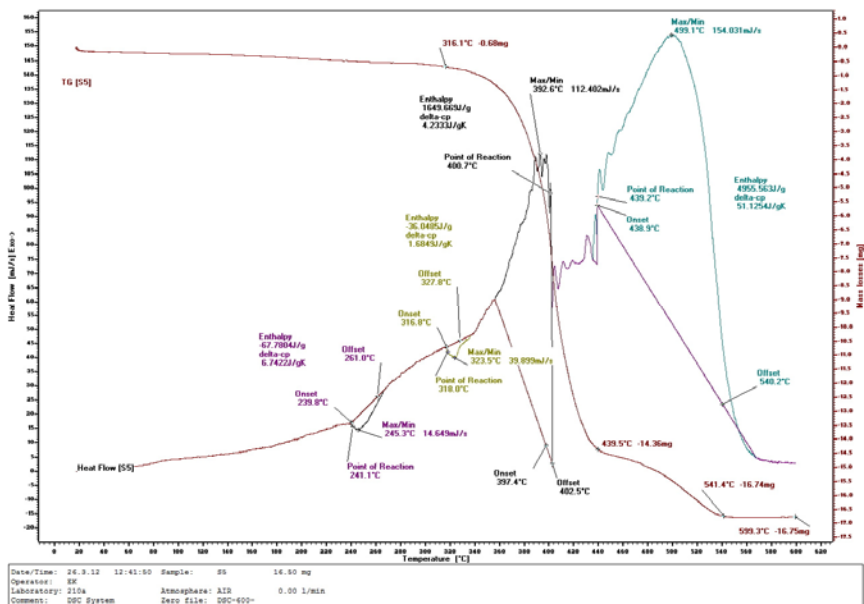
Фиг. 4.2.2.-2. TG и DSC зависимости на пластмасови отпадъци – полиетилен с ниска плътност (LDPE)



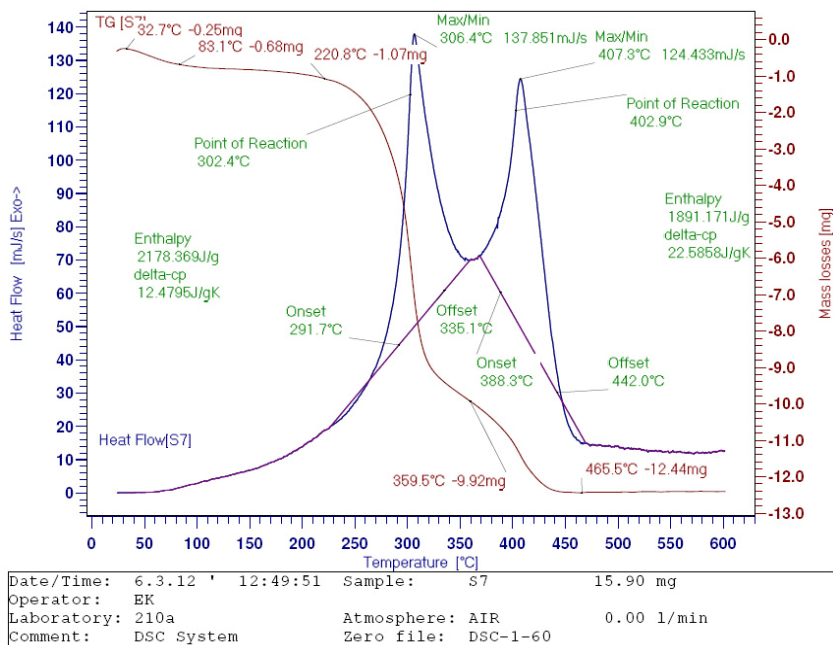
Фиг. 4.2.2.-3. TG и DSC зависимости на пластмасови отпадъци – полипропилен (PP)



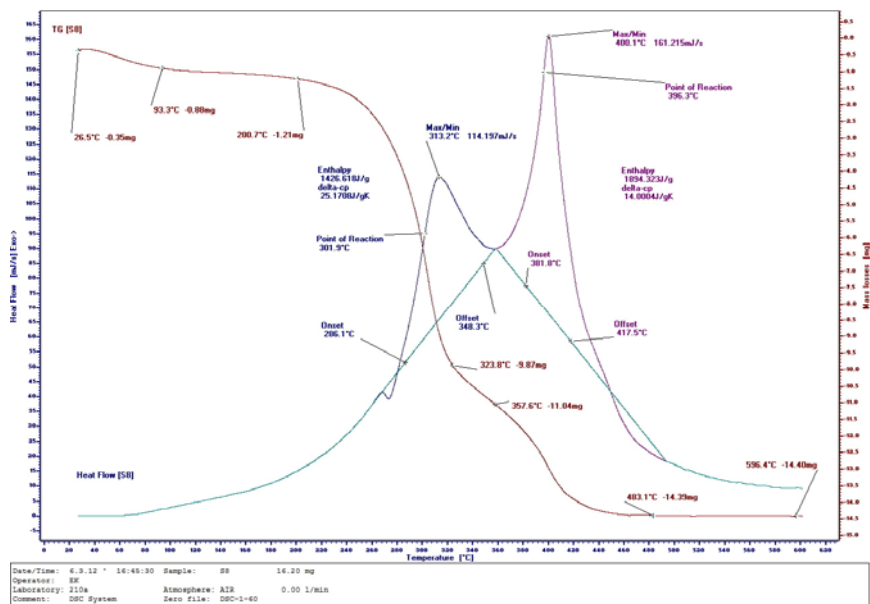
Фиг. 4.2.2.-4. TG и DSC зависимости на пластмасови отпадъци – полистирен (PS)



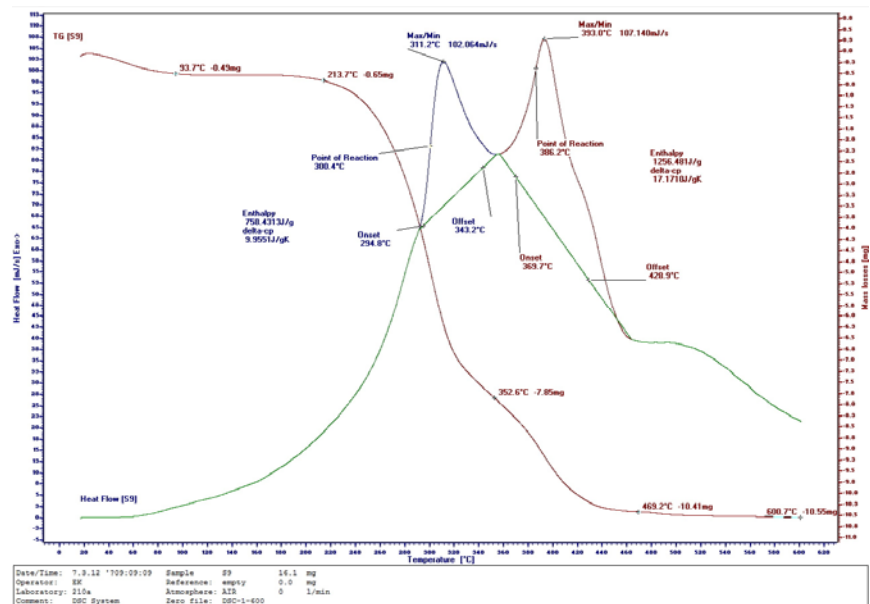
Фиг. 4.2.2.-5. TG и DSC зависимости на пластмасови отпадъци – полиетилен терефталат (PET)



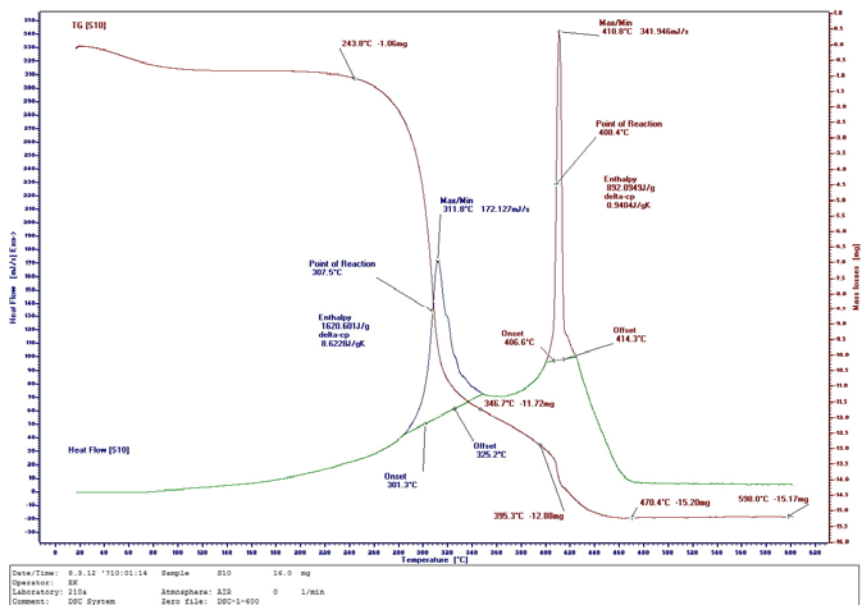
Фиг. 4.2.2.-6. TG и DSC зависимости на хартиени отпадъци – копирна офис хартия



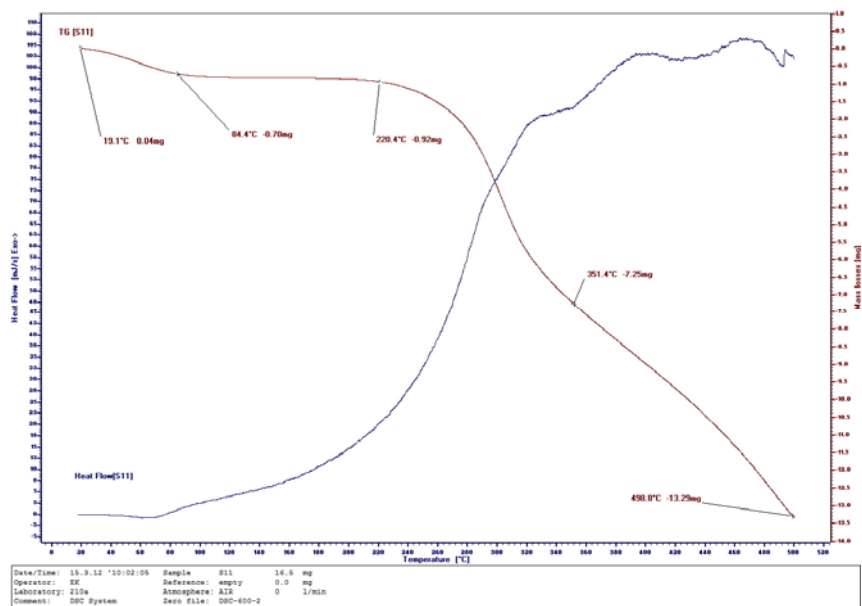
Фиг. 4.2.2.-7. TG и DSC зависимости на хартиени отпадъци – картон



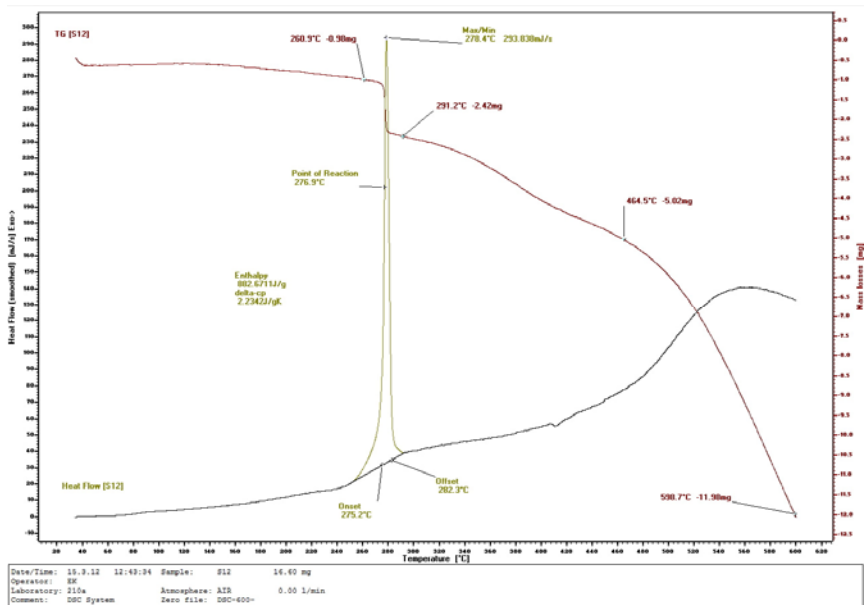
Фиг. 4.2.2.-8. TG и DSC зависимости на хартиени отпадъци – списания



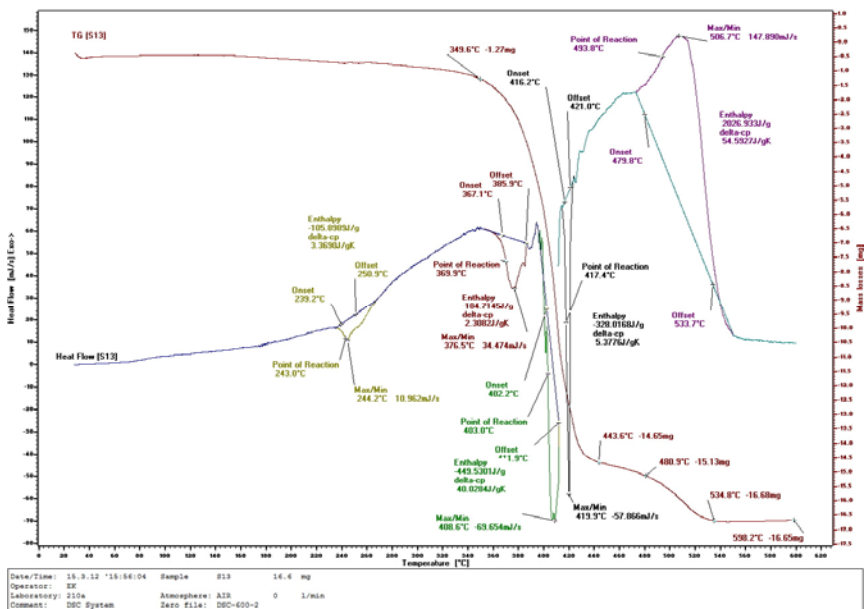
Фиг. 4.2.2.-9. TG и DSC зависимости на хартиени отпадъци – салфетка



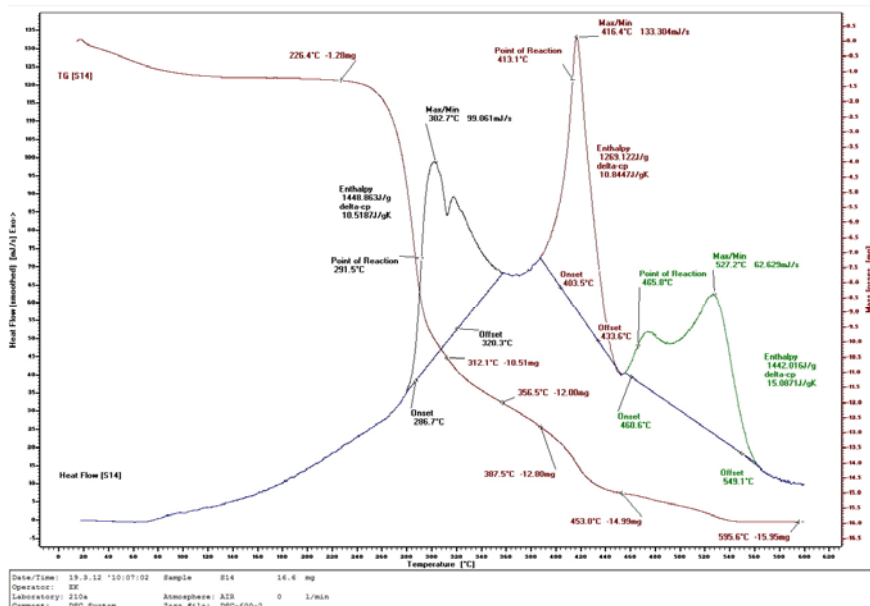
Фиг. 4.2.2.-10. TG и DSC зависимости на текстилни отпадъци – естествена коприна



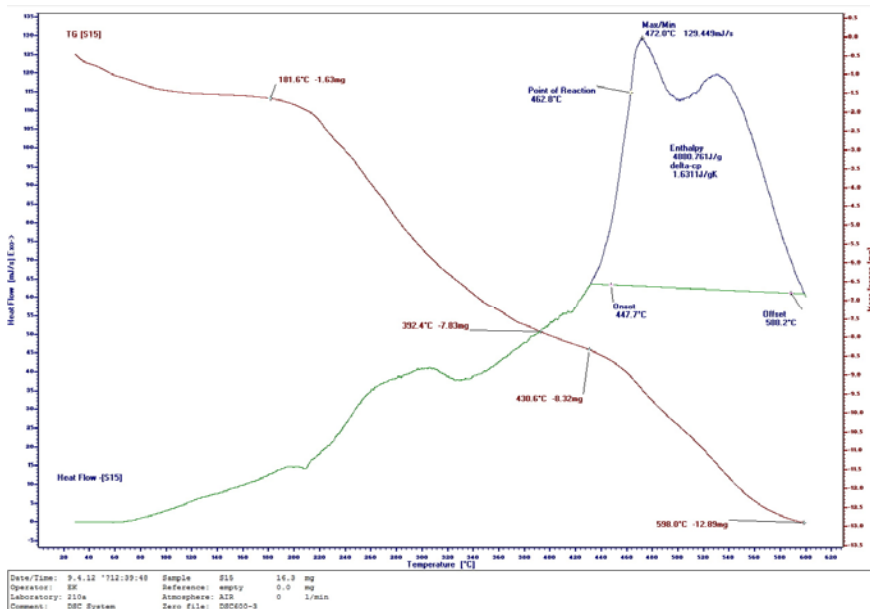
Фиг. 4.2.2.-11. TG и DSC зависимости на текстилни отпадъци – полиакриламид



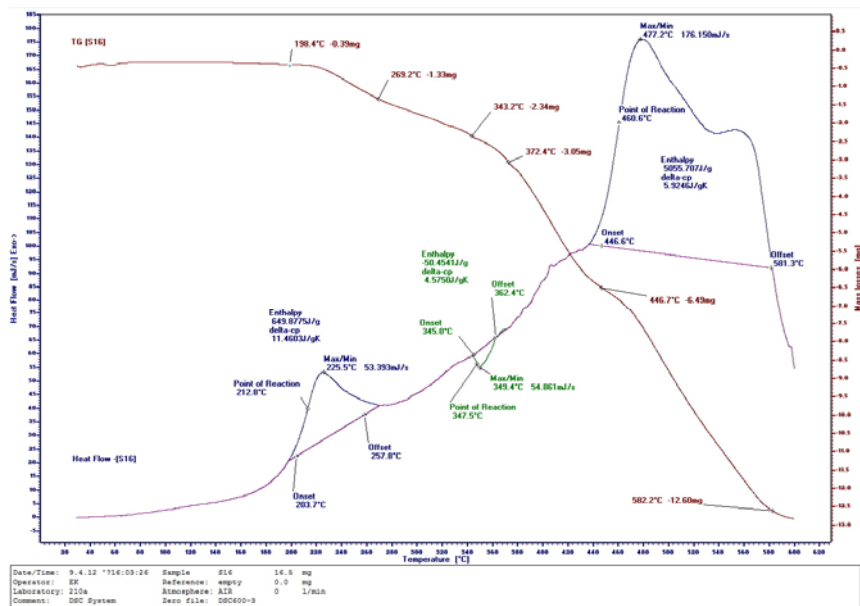
Фиг. 4.2.2.-12. TG и DSC зависимости на текстилни отпадъци – полиестер



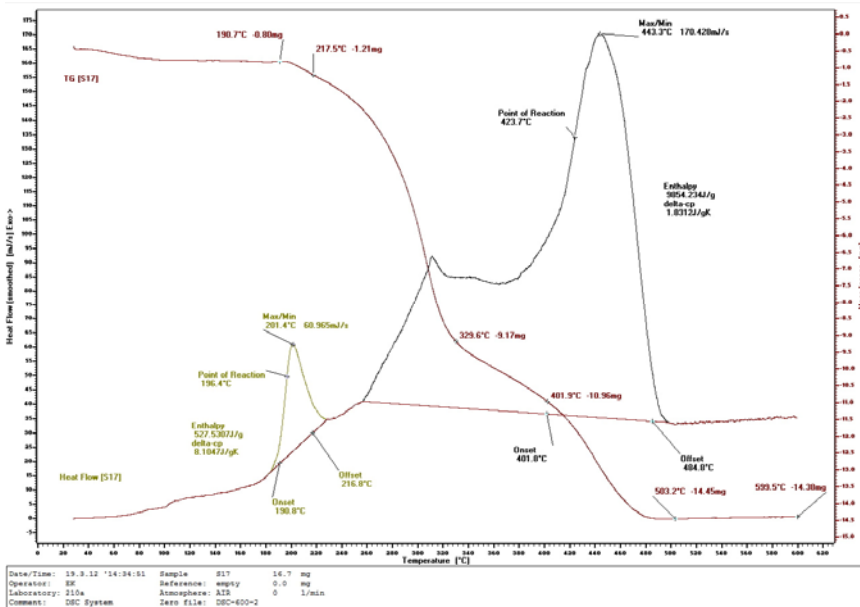
Фиг. 4.2.2.-13. TG и DSC зависимости на текстилни отпадъци – памук



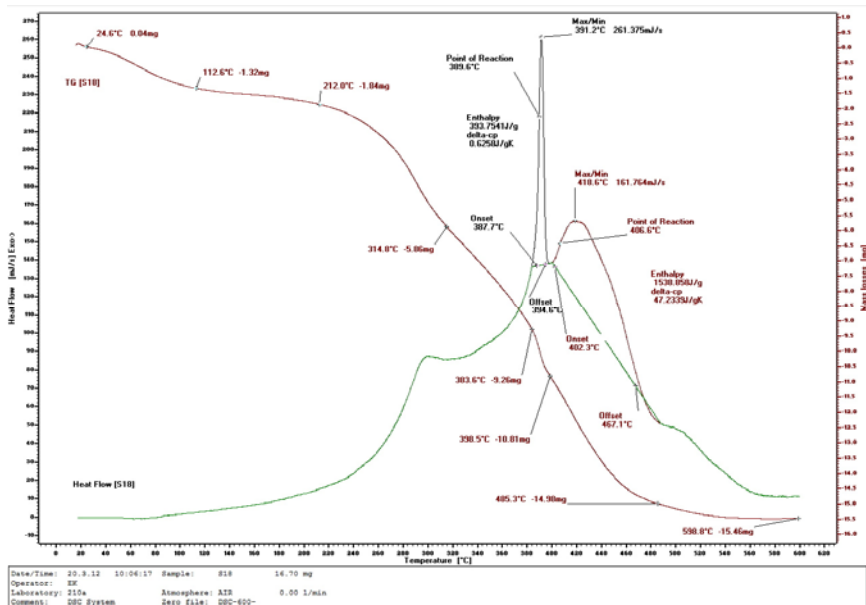
Фиг. 4.2.2.-14. TG и DSC зависимости на текстилни отпадъци – вълна



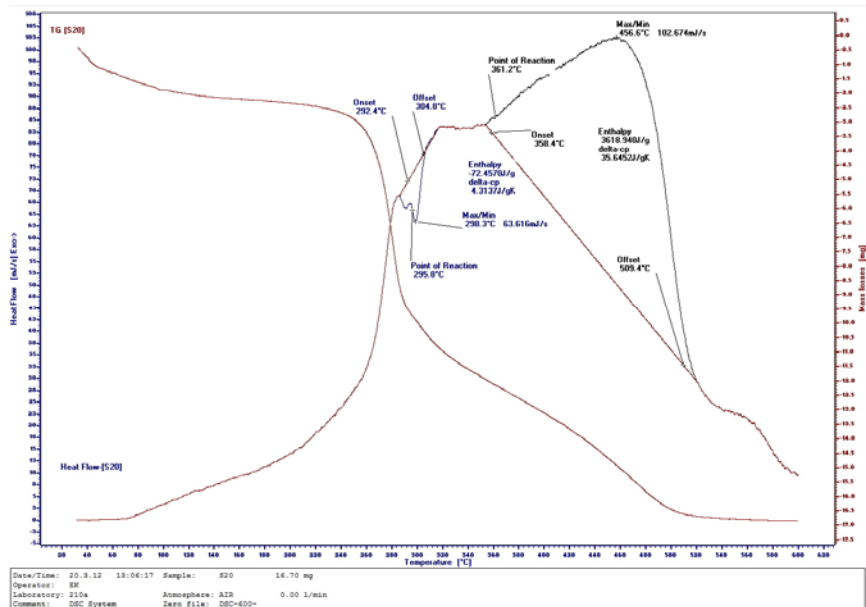
Фиг. 4.2.2.-15. TG и DSC зависимости на гумени отпадъци



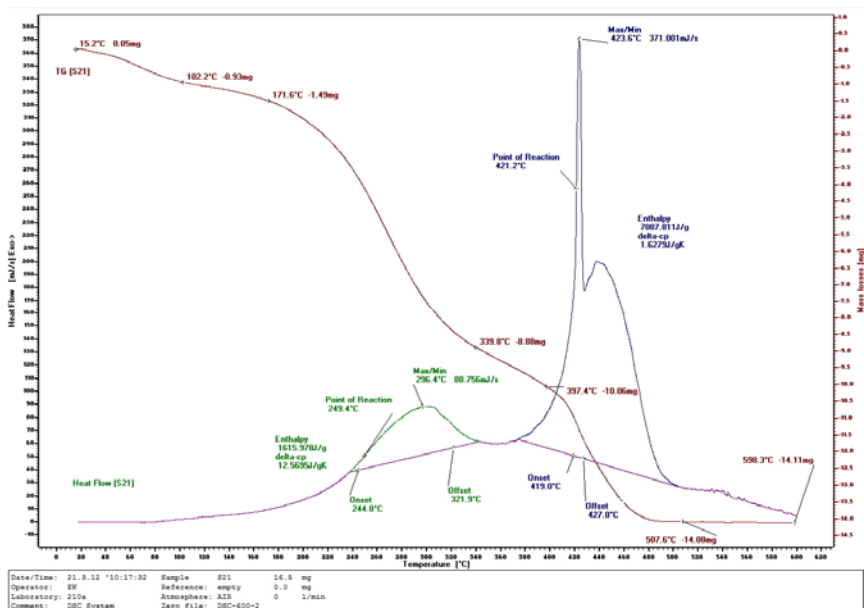
Фиг. 4.2.2.-16. TG и DSC зависимости на композитни отпадъци – опаковки от C/PAP/PE/ALU



Фиг. 4.2.2.-17. TG и DSC зависимости на кожата отпадъци – естествена кожа



Фиг. 4.2.2.-18. TG и DSC зависимости на хранителни отпадъци



Фиг. 4.2.2.-19. TG и DSC зависимости на растителни отпадъци

Данните от проведените изследвания показват:

Сред пластмасовите отпадъци, с най-висока калоричност и най-пълно изгаряне са отпадъците от PET – енталпия 4851,73 J/g, следвани от отпадъците от HDPE с 2513,14 J/g. Получените резултати за отпадъците от PP показват отрицателната стойност за енталпията, поради което тези отпадъци не са подходящи за термохимично третиране, когато целта е получаване на енергия.

При хартиените отпадъци степента на изгаряне варира от 65,5 % до 94,1 %, като тя е най-ниска за отпадъчните списания, което вероятно се обяснява с наличието на пълнители и добавки, типични за този вид хартии. Те съответно са и с най-ниска степен на изгаряне. Най- калорични от изследваните хартиени отпадъци са отпадъците от копирна офис хартия – 4069,54 J/g и отпадъците от картонени опаковки – 3320,94 J/g.

При текстилните отпадъци с най-големи топлинни ефекти са вълнените и памучните отпадъци, съответно с енталпия 4880,761 и 4160,00 J/g, а с най-висока степен на изгаряне са отпадъците от полиестер.

Гумените отпадъци са с калоричност 5655,13 J/g и степен на изгаряне 76,36 %.

С най-висока калоричност сред всички анализирани са отпадъците от композитни опаковки – с енталпия 10381,76 J/g и степен на изгаряне 86,10 %.

Кожените отпадъци са със сравнително ниска енталпия - 1932,61 J/g, но остатъка от тяхното изгаряне е малък – около 7,5 %.

Хранителните и растителни отпадъци, които са доста голям процент от смесено събраните ТБО също показват добри енергийни характеристики – съответно 3546,48 и 8703,79 J/g.

4.2.3. Изводи

Въз основа на направените проучвания и анализи върху термичните свойства могат да бъдат обобщени следните изводи:

1. Данните за калоричността на различните видове битови отпадъци показват, че те могат да бъдат новия алтернативен източник на енергия:

- Пластмасови отпадъци - 22.6 – 38.0 MJ/kg
- Хартиени отпадъци - 15.7 – 18.6 MJ/kg
- Дървени отпадъци - 16.1 - 19.6 MJ/kg
- Композитни отпадъци - 16.3 – 38.0 MJ/kg
- Електрически и електронни отпадъци – 25.0 – 30.0 MJ/kg

- Текстилни 15.5 - 16.2 MJ/kg
- Кожи - 25 - 29.9 MJ/kg
- Гуми, каучук - 23.0 - 25.9 MJ/kg
- Растителни (зелени) – 3.5 - 4.2 MJ/kg
- Хранителни - 4.8 – 8.6 MJ/kg
- Портативни акумулатори и батерии 4.6 – 10.0 MJ/kg
- Хигиенни и медицински - 13.3 – 14.4 MJ/kg
- Химични вещества и техни смеси (бои, пигменти, лакове, разтворители) - 11.0 – 25.0 MJ/kg
- Отработени масла, нефтопродукти - 35.0 – 42.5 MJ/kg
- Средната калоричност на ТБО, генерирани в Столична община е 9 – 9.5 MJ/kg

2. Изборът на термичен метод (изгаряне, пиролиза, газификация, плазма) се определя от морфологичния състав и третираните отпадъци, от възможността за използване на продуктите на термо – химичното разграждане (преди всичко отпадъчните газове) като енергиен източник, както и от влиянието на емисиите върху компонентите на околната среда.

3. Прилагането на термичен метод за оползотворяване и обезвреждане на смесено събраните ТБО позволява без да се отделят предварително и подлагат на специфично третиране да се обезвреждат и оползотворяват различни видове опасни отпадъци от бита като: лекарства; медицински; козметика; хигиенни; почистващи, перилни (детергенти); лакове, разтворители; бои, пигменти; пестициди, биоциди; живачни лампи; автокозметични; отработени масла; батерии и акумулатори; отпадъци, съдържащи тежки метали (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Cr, As, Te, Be, Sr, Al, Se) и УОЗ.

4. С помощта на диференциална сканираща калориметрия и термогравиметричен анализ са определени някои основни показатели на горенето на различни видове отпадъци (Таблица 4.2.3.-1.):

Таблица 4.2.3.-1. Основни показатели на горенето на различни видове отпадъци

Вид на отпадъците	Проба	Начална темп. на запалване	Крайна темп. на запалване	Степен на изгаряне	Енталпия
	№	°C	°C	%	J/g
Пластмасови	S1	346,1	595,6	96,44	2513,14
	S2	316,0	597,8	99,27	886,45
	S3	220,0	597,2	96,08	-146,82
	S4	300,0	540,0	95,75	1343,71
	S5	316,1	599,3	100,0	4851,73
Хартинени	S7	220,8	465,5	77,98	4069,54
	S8	200,7	483,1	88,88	3320,94
	S9	213,7	600,7	65,52	2014,91
	S10	243,8	598,0	94,81	2512,69
	S11	84,4	498,8	80,54	-
Текстилни	S12	260,9	598,7	72,17	882,67
	S13	349,6	534,8	100	1064,67
	S14	226,4	595,6	99,68	4160,00
	S15	181,6	598,0	79,08	4880,761
Гумени	S16	198,4	582,2	76,36	5655,13
Композитни	S17	217,5	599,5	86,10	10381,76
Кожени	S18	212,0	598,8	92,57	1932,61
Хранителни	S20	240,0	580,0	100	3546,483
Растителни	S21	102,2	507,6	85,33	8703,79

5. Познаването на морфологичния състав и основните показатели на горенето на ТБО е предпоставка за избор на термохимичен метод за тяхното третиране.

6. Ежегодното депониране (изхвърляне) на над 4 млн. тона годишно битови отпадъци в нашата страна и непрекъснато нарастващия дефицит на суровинен и енергиен ресурс, както в национален, така и в сетовен мащаб, налага необходимостта от прекратяване на депонирането като метод за обезвреждане на ТБО и търсенето на възможност за превръщането им в суровинен и енергиен ресурс.

4.3. Възможности за усъвършенстване на методите за оползотворяване на ТБО и опазване на околната среда

В момента всички битови отпадъци в страната се събират смесено, в общи контейнери. В камионите, които се събират и извозват, отпадъците допълнително се разбъркват и дори сравнително

чистите отпадъци се замърсяват. Всичко това прави трудно последващото им разделяне с цел оползотворяване и обезвреждане на някои видове от смесено събраните битови отпадъци. Ето защо всички отпадъци отиват на депа:

- Изхвърлят се ценни суровини
- Отделят се газове, и то опасни за околната среда и хората
- Замърсяват се подземните води

Анализът и оценката на дейностите по управление на битовите отпадъци категорично показва, че смесеното събиране на битовите отпадъци и методите за тяхното оползотворяване и обезвреждане в настоящия момент, както и предвижданите към настоящия момент методи за “оползотворяване и обезвреждане” трябва съществено и задължително да се променят:

- разделно събиране на биоразградимите растителни и хранителни битови отпадъци
- разделно събиране на опасните битови отпадъци
- смесено събиране на всички останали битови отпадъци, включително и тези, които не са попаднали при:

- наложилото се в страната (макар и в недостатъчна степен и мащабност) разделно събиране на битовите пластмасови, хартиени, стъклени и метални отпадъци

- наложилото се в страната (макар и в недостатъчна степен и мащабност) разделно събиране на битовите електрически и електронни отпадъци

- предлаганото ново разделно събиране на биоразградимите растителни и хранителни битови отпадъци и опасните битови отпадъци



Фиг. 4.3.-1. Принцилна схема на предлаганото разделно събиране на биоразградимите и опасните отпадъци от бита

Смесено събраните отпадъци ще представляват механична смес, а в някои случаи и “претърпени химични превръщания” на всички възможни битови отпадъци, макар и в различни съотношения между тях.

Сега съществуващото масово смесено събиране на ТБО усложнява избора на метод за третирането им, както и тяхното оптимално оползотворяване. Поради тази причина е необходимо да бъде въведена “нова схема” на разделно събиране на биоразградимите и опасните битови отпадъци, която е предпоставка за икономически- и екологосъобразни техники и технологии за оползотворяване и обезвреждане на битовите отпадъци и превръщането им в суровинен и енергиен ресурс по схемата, показана на Фиг. 4.3.-1.

Промяната в системата за събиране на ТБО е предпоставка за реализиране на нови и по-ефективни системи за максимално оползотворяване на ТБО и пълно обезвреждане на неизползваемите отпадъци.

Предлаганата нова система за събиране и третиране на ТБО позволява:

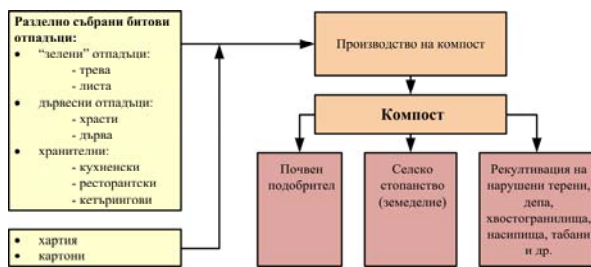
- оползотворяване на биоразградимите отпадъци;
- оползотворяване на рециклируемите отпадъци;
- оползотворяване на инертните (неорганичните) отпадъци;
- обезвреждане на опасните битови отпадъци;
- превръщане на всички останали отпадъци в суровинен и енергиен ресурс.

4.3.1. Биоразградимите ТБО – потенциален суровинен и енергиен ресурс

Почти половината от изхвърляните хранителни отпадъци са от домакинствата.

Схемите за разделно събиране на биоразградимите битови (БрБО) отпадъци работят успешно в много страни, най-вече за зелени отпадъци. Кухненските отпадъци по-често се събират и обработват като част от смесените твърди битови отпадъци (ТБО).

Липсата на изградена система за разделно събиране на БрБО в България и поетите задължения на страната по Директива 1999/31/ЕС за депата, налагат необходимостта от задължително въвеждане на такава практика в най-скоро време. БрБО могат да се използват като суровина за процеса компостиране (Фиг. 4.3.1.-2.), като за структуро-образуващи материали могат да бъдат добавени отпадъчни хартия и картон, незамърсени с печатни мастила и опасни вещества.

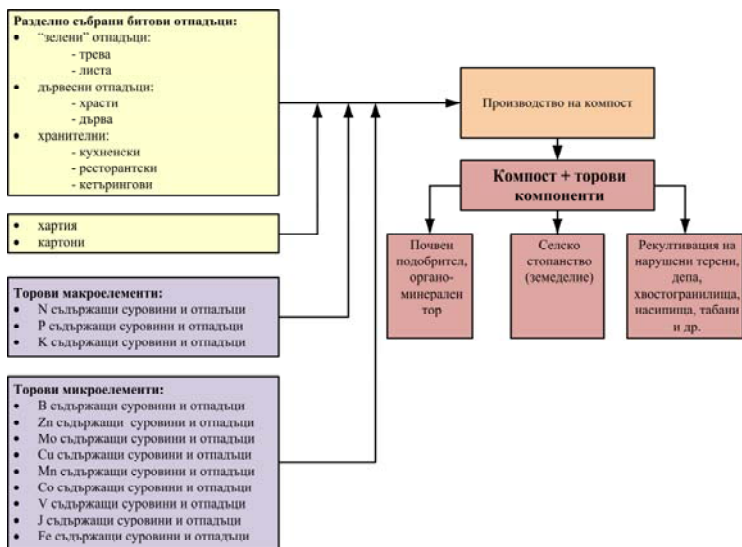


Фиг. 4.3.1.-2. Принципна схема на системата за оползотворяване и обезвреждане на разделно събрани БрБО чрез производство на компост

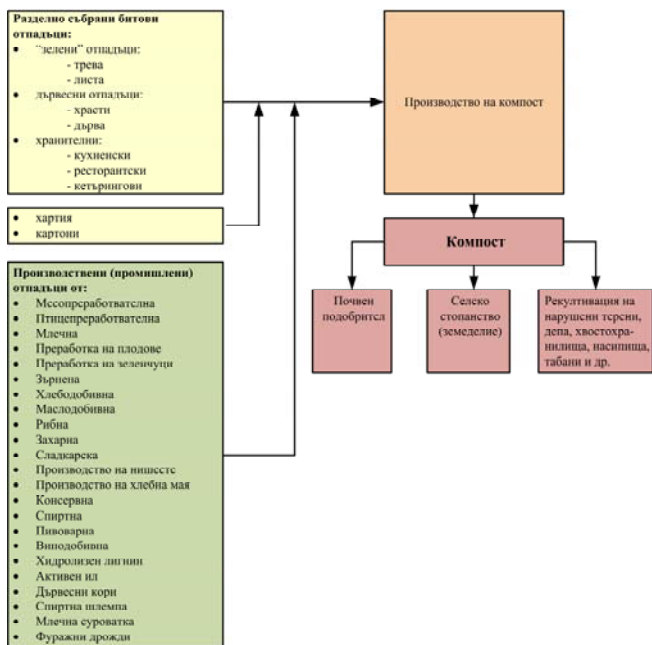
Често компостът неправилно се нарича тор, вместо почвен подобрител. За да бъде правилно определян като тор, съответният продукт трябва да съдържа определени количества от основните хранителни/торови елементи. Торовите елементи са съответно макроелементи – N, P, K и микроелементи – B, Zn, Mo, Cu, Mn, Co, V, J, Fe. Когато тези елементи се добавят към суровините за получаване на компост, полученият продукт ще бъде с по-високи хранителни качества (Фиг. 4.3.1.-3.).

Освен биоразградимите битови отпадъци, много подотрасли на хранително-вкусовата промишленост също генерират големи количества биоразградими отпадъци, които биха могли да бъдат оползотворени за получаването на компост (Фиг. 4.3.1.-4.). Основен източник на отпадъци, подходящи за компостиране е преработката на плодове и зеленчуци. Твърдите отпадъци от преработката на пладаве са от 10 до 200 кг на тон продукт, а при преработката на зеленчуци – от 40 до 200 кг на тон продукт.

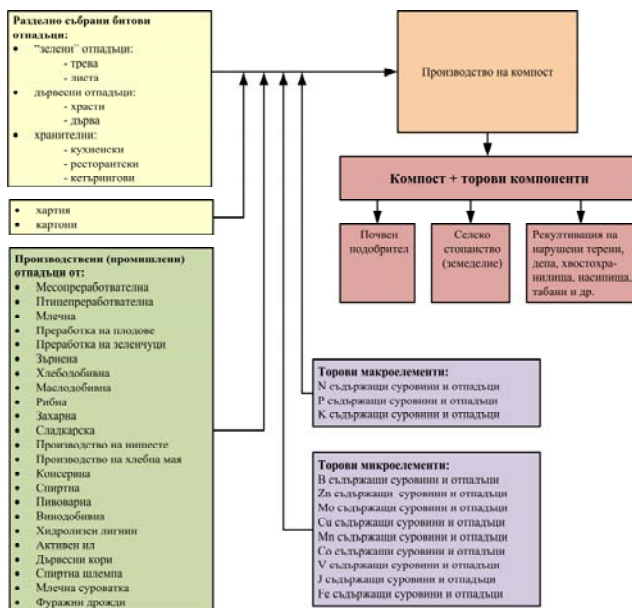
Аналогично на Фиг. 4.3.1.-3., за да се повишат хранителните качества на получавания почвен подобрител, могат да бъдат добавени в определени съотношения необходимите макро и/или микроелементи (Фиг. 4.3.1.-5.).



Фиг. 4.3.1.-3. Принцилна схема на система за оползотворяване и обезвреждане на разделно събрани БРБО чрез производство на "компост + торови компоненти"



Фиг. 4.3.1.-4. Принцилна схема на система за оползотворяване и обезвреждане на разделно събрани БРБО и биоразградими производствени отпадъци чрез производство на компост



Фиг. 4.3.1.-5. Принципова схема на система за оползотворяване и обезвреждане на разделно събрани биоразградими битови и производствени отпадъци чрез производство на "компост + торови компоненти"

Няма единни общоевропейски стандарти за получавания компост. Има различни класификации, съгласно използваните суровини и състава на получения продукт. Различните страни имат национални нормативи относно съдържанието на замърсители.

В Таблица 4.3.1.-3. са представени граничните стойности за тежки метали в компоста в различните страни. В България в момента е в процес на разработване нормативна база за качеството на компоста.

Таблица 4.3.1.-3. Концентрационни граници на металите за класовете компост в Европейските страни, mg/kg сухо вещество [27]

Държава	Cd	Cr (общ)	Cr (VI)	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	As
Австрия (Клас А)	1	70	-	15	0.7	60	12	500	-
Австрия (Клас В)	3	250	-	50	3	10	20	1800	-
Белгия	1.5	70	-	90	1	20	12	300	-
Дания	0.4	-	-	10	0.8	30	12	4000	25
Франция	3	120	-	30	2	60	18	600	18
Германия (Клас II)	1.5	70	-	10	1	50	15	400	-
Гърция				50		20	50	2000	
Италия (Клас I)	1.5	-	0.5	15	1.5	50	14	500	-
Италия (Клас II)	10	500	10	60	10	20	50	2500	10
Холандия	1	50	-	60	0.3	20	10	200	15
Испания (Клас А)	0.7	70		70	0.4	25	45	200	
Испания (Клас В)	22	250		30	1.5	90	15	500	
Испания (Клас С)	3	300	-	40	2.5	10	20	1000	-
Обединеното Кралство	1.5	100	-	20	1	50	20	400	-
Органично земеделие	0.7	70	-	70	0.4	60	12	50	-

От Таблица 4.3.1.-3. се вижда, че граничните стойности за едни и същи метали варират в широки граници в различните държави, като и някои случай те се различават от порядъка на 10 пъти. Cr (VI) и As се регулират в много малко държави. Холандия е страната с най-стриктни ограничения за концентрациите на почти всички тежки метали.

Таблица 4.3.1.-4. Класификация по области на използване, въз основа на определени параметри за качество

№	Тип компост	Ограничения
1.	Компост за биологично земеделие	Всякакъв компост, произведен от утайки е забранен за използване в биоземеделието.
2.	Компост за земи за производството на храни	Ограничения за определени тежки метали или примеси.
3.	Компост за почвени среди	Компост със специфични характеристики: големина на частиците, съдържание на соли, стабилност, наличие на хранителни вещества.
4.	Зрял компост	Напълно хуминизиран компост, препоръчан за всякаква употреба. Правят се тестове за измерване на биологичната активност (усвояване на кислород, CO ₂ , затопляне).
5.	Свеж компост	Полуразграден материал, но преминал термофилната фаза. Използва се за подобряване на земеделските земи. Правят се тестове за измерване на биологичната активност (усвояване на кислород, CO ₂ , затопляне).

В България в момента е в процес на разработване нормативна база за качеството на компоста. Анализът на данните и прогнозните количества на биоразградимите битови отпадъци са предпоставка за търсене на възможности за максимално оползотворяване на тези отпадъци. Различните технологии за компостиране са перспективен начин и инструмент за постигане на целите за рециклиране и удовлетворяване на изискванията на Директивата за депата, като същевременно с това се получава ценен продукт за земеделието. Със скоро очакваното въвеждане на стандарти за компоста в българското законодателство се очаква реализиране на липсващите в момента пазар на компост и интерес от страна на потребителите.

4.3.1.1. Изводи

1. Количествата на биоразградимите битови отпадъци и възможностите за тяхното използване като суровинен и енергиен ресурс са предпоставка да се организира тяхното разделно събиране.
2. Разделното събиране на биоразградимите растителни и хранителни отпадъци доста бавно ще се наложи като реален процес, поради което тази група отпадъци ще останат като съставна част на смесено събраните отпадъци.
3. Растителните и хранителните отпадъци могат да се компостират самостоятелно, заедно, в смес с производствени биоразградими отпадъци и в смес с торови компоненти.

4.3.2. Опасните ТБО - същност, видове, проблеми при обезвреждане

За разлика от промишлените отпадъци, за опасните вещества в битовите отпадъци не се прилага контрол по нормативните разпоредби като например Европейска Директива 91/689/ЕЕС за опасни отпадъци. По този начин опасните битови отпадъци постъпват в депата за ТБО заедно с неопасните битови отпадъци, като на това не се отдава необходимото внимание. Тъй като липсва информация или няма надеждна такава, по принцип се приема, че опасните битови отпадъци са в много малки количества и свързани с тях риск се оценява като незначителен и се пренебрегва.

Опасни битови отпадъци са: лекарства; медицински отпадъци; козметика; хигиенни отпадъци; почистващи и перилни препарати; лакове, разтворители; бои, пигменти; пестициди, биоциди; живачни лампи; автокозметични отпадъци; отработени масла; батерии и акумулатори; отпадъци, съдържащи тежки метали (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Cr, As, Te, Be, Sr, Al, Se) и УОЗ.

Първоначално включените в Списъка на Стокхолмската конвенция 12 УОЗ са: алдрин, хлордан, ДДТ, диелдрин, ендрин, хептахлор, мирекс, токсафен, хексахлорбензен (HCB), полихлорирани бифенили (PCB), полихлорирани дибензо диоксини и дибензо фурани (PCDD/PCDF). Вероятността те да попаднат в битовите отпадъци е малка. За разлика от тях обаче, включените през 2010 г. 9 нови УОЗ са съставна част предимно на ТБО: хлордекон; линдан; алфа хексахлорциклохексан (HCH); бета хексахлорциклохексан (HCH); С-пентабромодифенил етер; С-октабромодифенил етер; хексабромобифенил (HBB); перфлуорооктан сулфонова киселина (PFOS), нейните соли и перфлуорооктан сулфонил флуорид (PFOS-F); пентахлорбензен (PeCB).

По-голямата част от тях се съдържат в ТБО.

Тетрабромодифенил етера и пантабромодифенил етера например се съдържат в редица крайните изделия, които всички използваме и превръщаме в отпадъци:

- персонални компютри и лаптопи
- домашна електроника
- офис оборудване (принтери, ксерокси, калкулатори)
- друга техника (сървъри)
- печатни платки
- електронни пишещи машини
- стационарни и мобилни телефони;
- радиоприемници;
- видеокасетофони и записващи устройства;
- телевизори с течно-кристални дисплеи;
- видеокамери;
- хладилници, фризери, климатизи;
- ютии, сешоари и др.
- леки коли
- ЕЕ играчки;
- вреди за забавление и спорт
- вагони и локомотиви
- опаковки от PUR;
- външни пластмасови корпуси и вътрешни пластмасови компоненти от твърди PUR еластомери;
- строителни материали (пенопълнители, изолационни плоскости, пено изолация, тръби, стени и подови настилки, пено панели, пластмасови покрития);
- електрически кабели и табла;
- мебели (тапицерии, дамаски, матраци, вата и пълнежи за възглавници);
- текстилни изделия (пердета, килими, основи за мокей)
- подови настилки
- палатки, брезенти, мушамы
- работно и защитно облекло;
- кораби и самолети (тапицерии и интериор);

Хексабромодифенил етера и хептабромодифенил етера се употребяват за:

- TV/video апарати
- PC компютри
- Inkjet/Laser принтери
- копирни машини
- телефони и факс апарати
- малки компоненти на ЕЕО
- задвижващи части
- върхно защитно облекло
- тръби и фитинги
- пластмасово фолио
- мебели
- каучук и др.

Други отпадъци, които попадат в ТБО са отпадъчните живачни и луминесцентни лампи. В тях могат да се съдържат: волфрам (W), аргон (Ar), криптон (Kr), ксенон (Xe), неон (Ne), йод (I2), азот (N2), Хелий (He), Натрий (Na), Живак (Hg), Цезий (Cs), Рубидий (Rb), Кадмий (Cd), калий (K), цинк (Zn), литий (Li), талий (Tl), индий (In), сяр (S), скандий (Sc), торий (Th)

Всяка година на Европейския пазар се пускат 190 000 т. портативни батерии и акумулатори. От тях около 80 % са за еднократна употреба и само 20 % са презаредими. Според изследване всяко семейство годишно използва по 21 портативни батерии.

След употребата на портативните батерии и акумулатори, те се превръщат в опасен за околната среда и здравето на човека отпадък заради съдържащите се в тях химични елементи и вещества: живак (Hg), олово (Pb), кадмий (Cd), цинк (Zn), арсен (As), литий (Li), никел (Ni), мед (Cu), магнезий (Mg), желязо (Fe), сребро (Ag), манган (Mn), различни киселини.

Тъй като липсва информация или няма надеждна такава, по принцип се приема, че опасните битови отпадъци са в много малки количества и свързаният с тях риск се окачествява като незначителен и се пренебрегва.

При проучвания на редица автори, обаче, е установено замърсяване на подземните води, в резултат на контакта им с инфилтрат от депа за ТБО, включително опасни битови отпадъци.

Страните от ЕС с добре установени практики за разделяно събиране на опасни битови отпадъци прилагат комбинация от мобилни общински системи или частни фирми, както и връщане от гражданите на ненужните стоки, съдържащи опасни отпадъци. Видовете системи за разделяно събиране, прилагани в отделните страни са: връщане от гражданите: в определени от общините пунктове; в магазините, от които са закупени стоките; контейнери или специализирани автомобили на определени места, на предварително определена дата; Събиране от общините.

При проучвания на редица автори, е установено замърсяване на подземните води, в резултат на контакта им с инфилтрат от депа за ТБО, включително опасни битови отпадъци. По състава на инфилтратта може да се съди за типа на депонираните отпадъци и протичащите в депо процесите.

В инфилтрат от депа за ТБО е установено наличието на над 200 органични съединения, от които 35 са потенциално опасни за околната среда и човешкото здраве. Над 1000 химични съединения са идентифицирани в повърхностни води, замърсени от инфилтрат.

В инфилтрат от депа за ТБО концентрациите на тежки метали варират в следните граници: Cd – 0,001 - 0,4 mg/l; Ni – 0,036 - 13 mg/l; Zn – 0,003 – 1000 mg/l; Cu – 0,02 - 10 mg/l; Pb – 0,001 - 5 mg/l; Cr – 0 – 1,62 mg/l; Hg – 0,00005 - 0,16 mg/l; As – 0,01 - 1 mg/l; Co – 0,005 - 1,5 mg/l. Основен източник на тези метали са депонираните с ТБО батерии и електрически уреди за бита.

4.3.2.1. Изводи

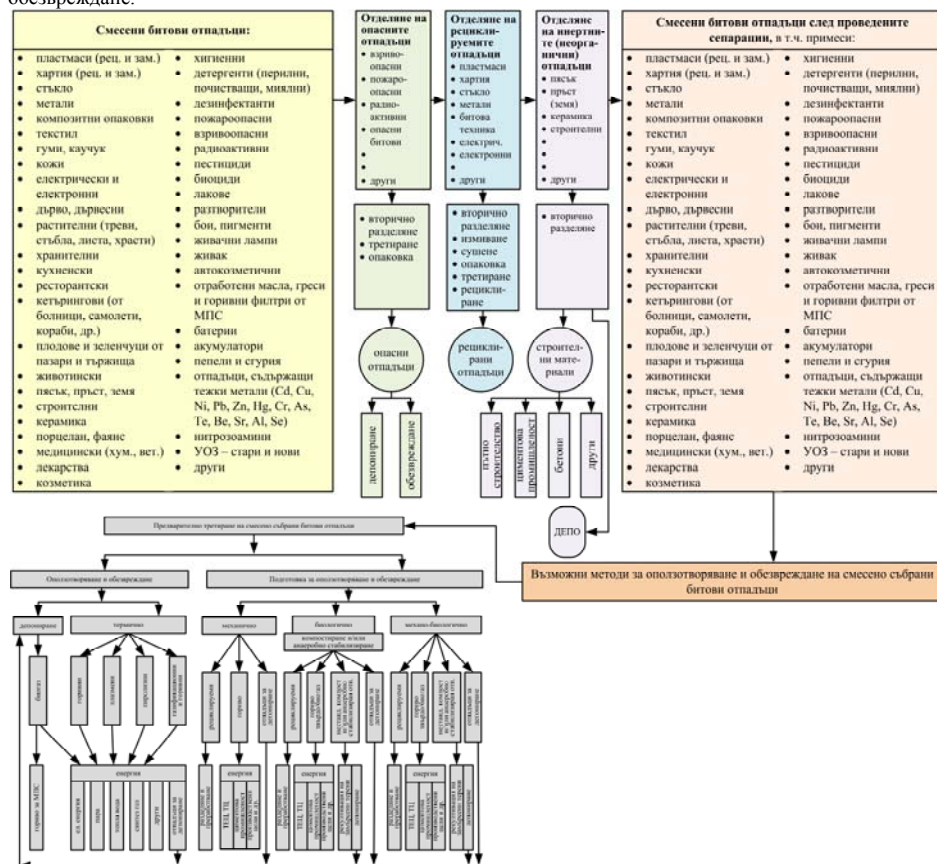
1. Опасните битови отпадъци и проблемите, които създават при попадането им в смесено събраните неопасни отпадъци налагат да се приеме, че разделното събиране им събиране е необходимост и съществена предпоставка за избор на метод за оползотворяване и обезвреждане на смесено събраните отпадъци.

2. Тяхното голямо разнообразие, техните количества и неясната организация по самостоятелното им събиране е сериозно основание те да останат като част на смесено събраните отпадъци и да играят важна роля по най-целесъобразното оползотворяване на битовите отпадъци.

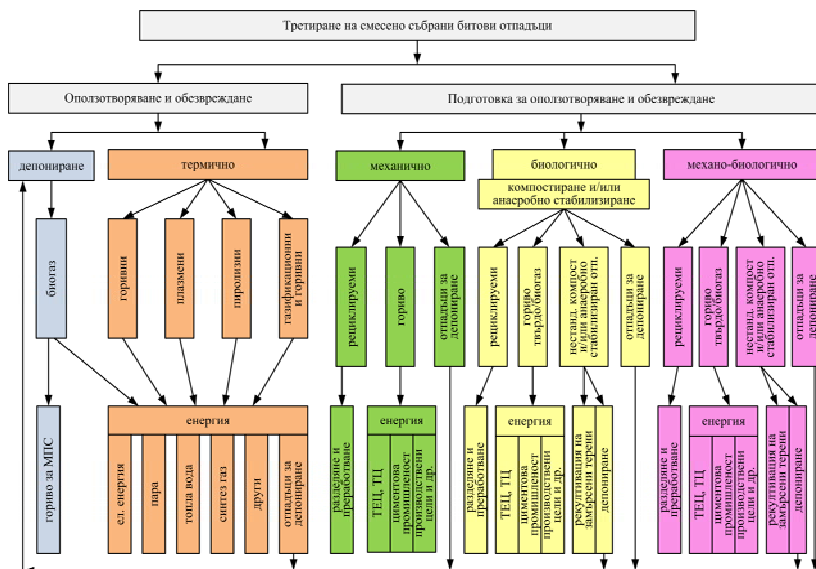
3. Значителният брой, количества и специфични свойства на една група отпадъци лекарства, медицински, косметика, хигиенни, почистващи, перилни (детергенти), лакове, разтворители, бои, пигменти, пестициди, биоциди, живачни лампи, автокозметични, отработени масла, батерии и акумулатори, отпадъци, съдържащи тежки метали и УОЗ е достатъчно основания те да бъдат класифицирани като опасни битови отпадъци.

4.3.3. Смесено събираните ТБО – възможни механични, биологични, механо-биологични, химични и термични методи за превръщането им в суровинен и енергиен ресурс

На Фиг. 4.3.3.-1. са представени възможните методи за оползотворяване и обезвреждане на смесено събрани ТБО чрез превръщането им в суровинен и енергиен ресурс, разгледани по-подробно на Фиг. 4.3.3.-2. Най-общо, те могат да бъдат разделени на две основни групи – методи за директно оползотворяване и обезвреждане и методи за подготовка на отпадъците за оползотворяване и обезвреждане.

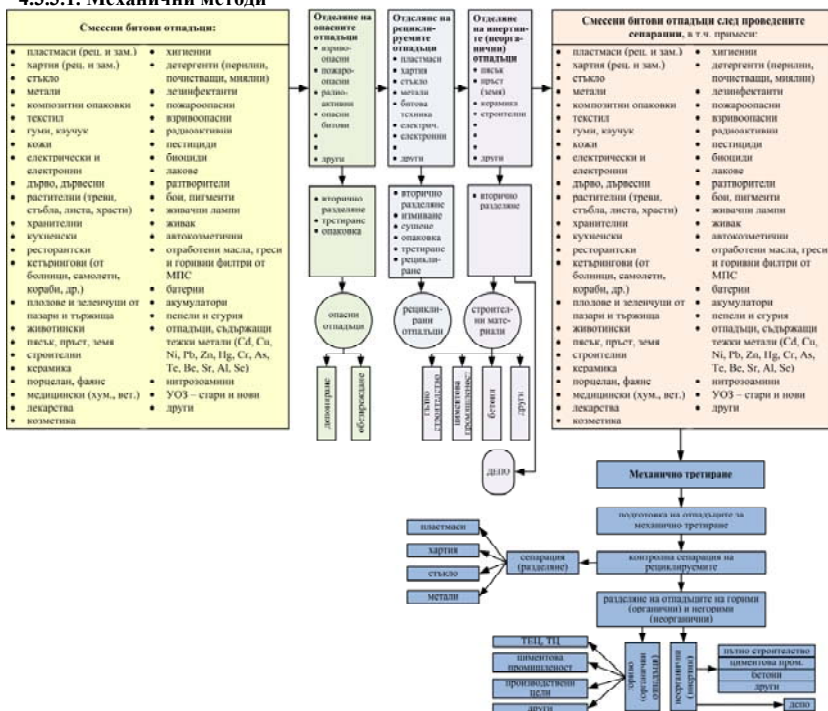


Фиг. 4.3.3.-1. Битовите отпадъци – суровинен и енергиен ресурс

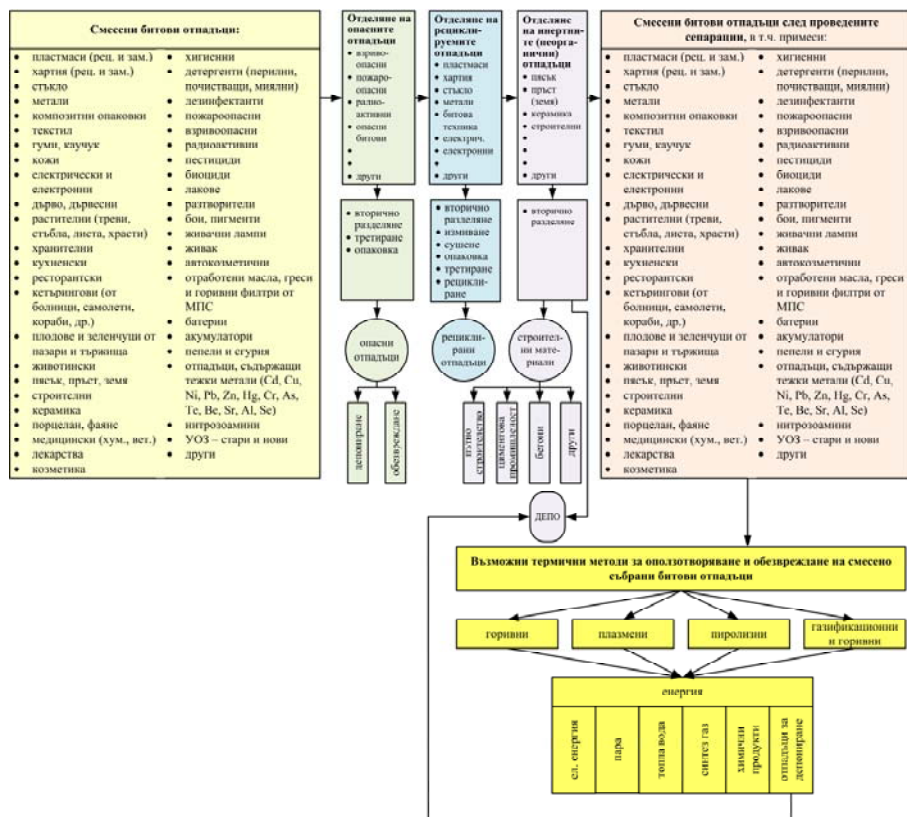


Фиг. 4.3.3.-2. Възможни методи за оползотворяване и обезвреждане на смесено събрани ТБО за превръщането им в суровинен и енергиен ресурс

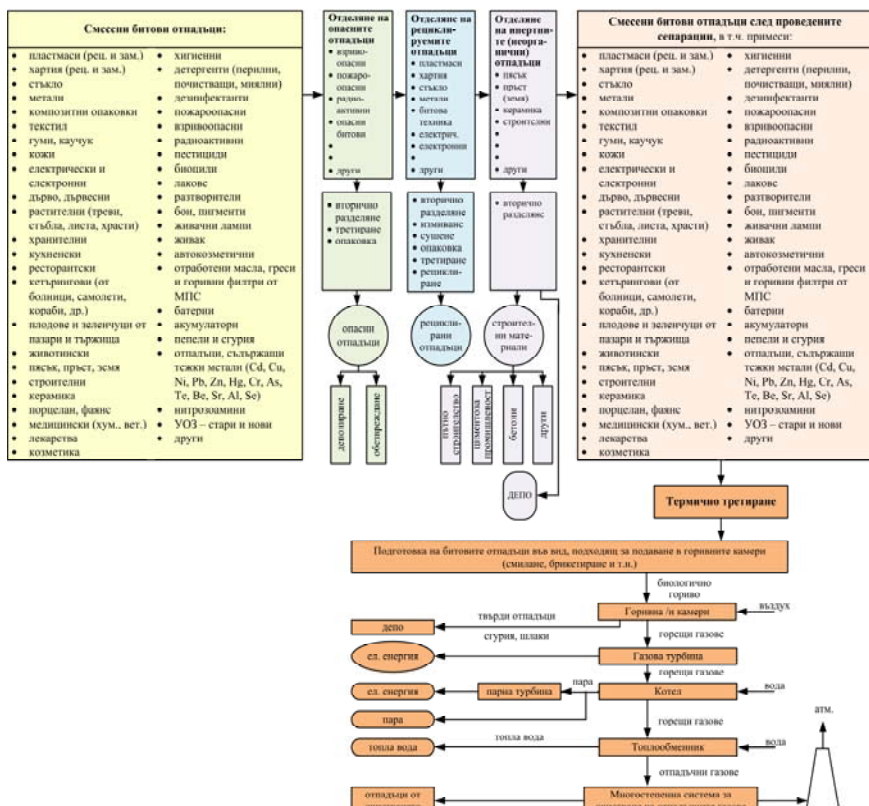
4.3.3.1. Механични методи



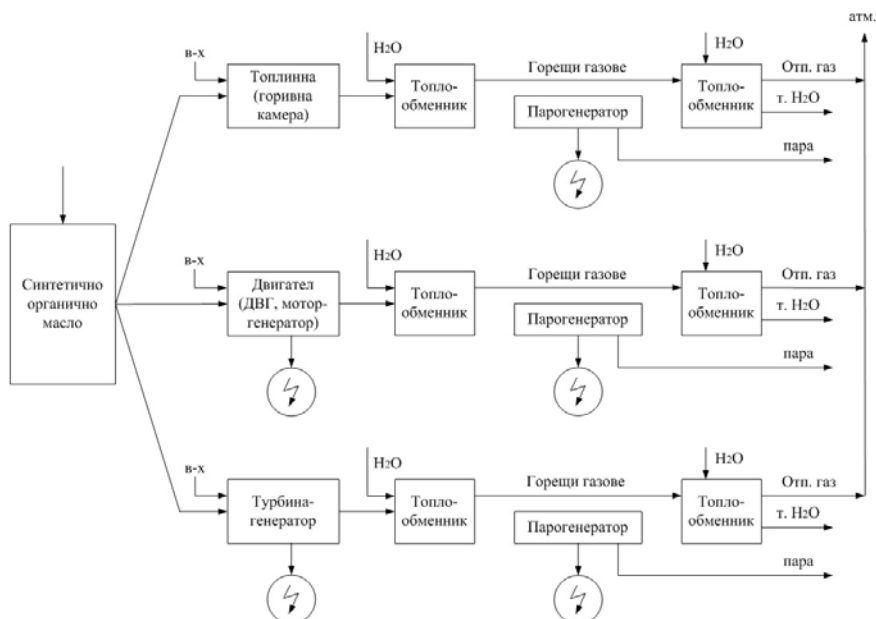
Фиг. 4.3.3.1.-1. Оползотворяване и обезвреждане на битовите отпадъци чрез механично третиране



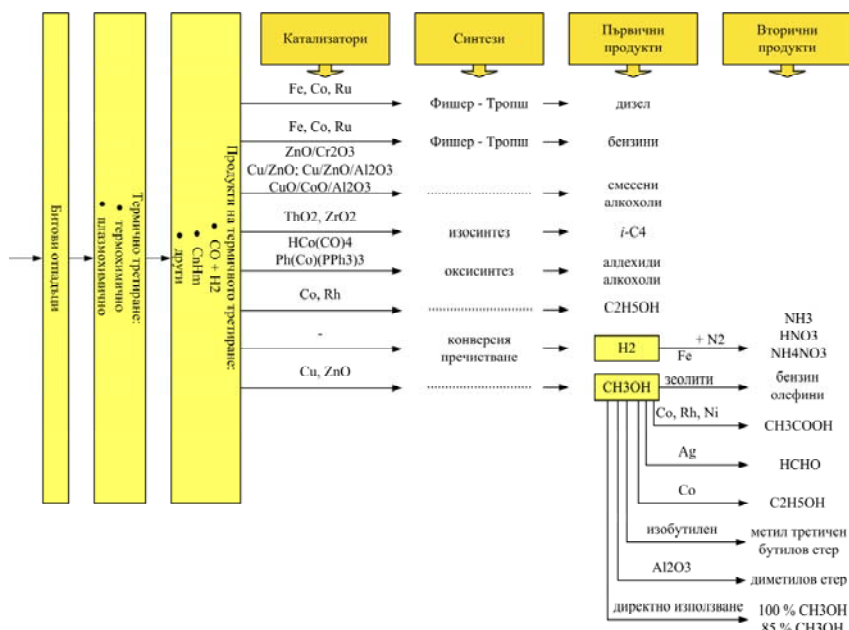
Фиг. 4.3.3.2.-1. Оползотворяване и обезвреждане на битовите отпадъци чрез термични методи



Фиг. 4.3.3.2.-2. Оползотворяване и обезвреждане на битовите отпадъци чрез термично третиране (изгаряне)



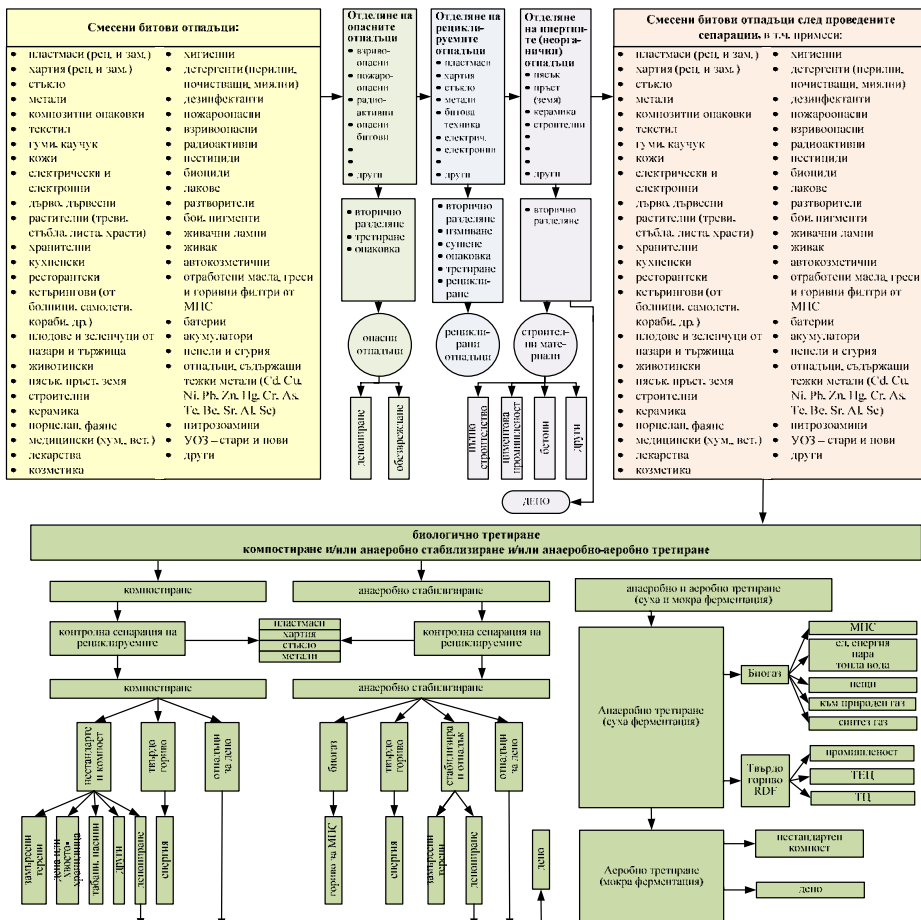
Фиг. 4.3.3.2.-3. Принципно схема на възможностите за получаване на топлинна и електрическа енергия



Фиг. 4.3.3.2.-4. Термо-(трибо)-каталитично (физично и химично) превръщане на битовите отпадъци в химични продукти

4.3.3.3. Биологични методи

Основните биологични методи за третиране на ТБО са компостиране и анаеробно разлагане или комбинация от тях (Фиг. 4.3.3.3.-1.).



Фиг. 4.3.3.3.-1. Оползотворяване и обезвреждане на битовите отпадъци чрез биологично третиране

4.3.3.4. Механо-биологични методи

Механо-биологичното третиране съчетава механично и биологично третиране. Биологичното третиране може да бъде аеробно, анаеробно или съчетание на двете (Фиг. 4.3.3.4.-1.).

По време на метаногенната фаза на разграждане в депата, голяма част от продуктите на разграждане в предишната киселинна анаеробна фаза могат да преминат в летлива форма и да преминат от инфилтратата в биогаза.

Освен основният състав на биогаза (50 – 60 % метан и около 40 % въглероден диоксид), в него се съдържат макар и като следи летливи органични съединения, които могат да представляват риск за околната среда: наситени и ненаситени въглеводород; халогенирани съединения; киселинни въглеводороди; серни съединения; органични алкохоли; летливите тежки метали арсен и живак; ароматни въглеводороди.

Регистрирани са над 140 ЛОС. Открити са 33 бензен-съдържащи ЛОС. Открити са 30 ЛОС, съдържащи въглероден тетрахлорид в концентрации над допустимите.

4.4. Сравнителен анализ и оценка на методите за оползотворяване и обезвреждане на ТБО

Таблица 4.4.7.-1. Предимства и недостатъци на разглежданите методи за оползотворяване и обезвреждане на ТБО

Методи	Предимства	Недостатъци
Изгаряне	Най-ниски капитални и експлоатационни разходи; Бързо обезвреждане; Ефективността на деструкция > 99,99%; Непрекъснат мониторинг и контрол на отпадъчните газове;	Изисквания твърдите отпадъци да съдържат не по-малко от 30–40 % горими компоненти; За генерираните отпадъчни газове се изисква сложна, многостепенна система за пречистване, както и системи за непрекъснат, автоматичен мониторинг, който изискват сериозни инвестиции.
Пиролиза	По-малък обем отпадъчни газове; По-малко замърсители в отпадъчните газове; Концентриране на тежките метали в твърдия остатък;	Необходимост от сортиране преди третиране; Необходимост от постоянство в състава на третираните отпадъци;
Газификация	По-малък обем отпадъчни газове; Малко количество твърд остатък; Малки и компактни агрегати; Оползотворяване на синтез-газа;	Необходимост от предварително изсушаване и наситяване на отпадъците;
Плазмени	Бързо обезвреждане на отпадъците; Остъклена шлака може да бъде оползотворена в строителството; Най-голямо количество получавана електроенергия;	С най – високи начални инвестиции от термичните методи; Най – високи експлоатационни разходи;
Механични методи	Отделяне на рециклируемите отпадъци. Разделяне на отпадъците на органични и неорганични с възможност за директното им оползотворяване и подходящо обезвреждане.	Не е метод за оползотворяване и обезвреждане, а само подготовка за тях;
Биологични методи	Гарантирано оползотворяване на биоразградимите отпадъци чрез производство на ценен продукт компост; Когато са спазени нормите за качество на компоста, той може да се превърне в продукт с неограничен пазар;	„нестандартно компостиране”: отделят се мизирми, ЛОС, CO ₂ и CH ₄ ; Полученият продукт не е подходящ за земеделието - съдържа опасни замърсители; не отговаря на регламентите за биологично земеделие;
Механо-биологични методи	Производство на алтернативно гориво (RDF). Намалява се биологичната активност на отпадъка и обемът му преди депониране;	Генериране на отпадъчни газове, отпадъчни води, твърди отпадъци, неорганични и органични аерозоли, мизирми, които създават проблеми за околната среда и потенциални рискове за здравето на хората
Химични методи	100% оползотворяване и обезвреждане на смесено събраните ТБО и превръщането им в суровинен ресурс (синтетично масло) и енергиен ресурс за получаване на електрическа и топлинна енергия.	Високи първоначални инвестиции;
Депониране	Ниски инвестиционни разходи; Ниски капитални и експлоатационни разходи;	Няма оползотворяване на суровинния и енергиен ресурс от отпадъците; Замърсяване на атмосферния въздух, водите и почвите;

4.4.7. Въздействия върху околната среда на методите за третиране на ТБО

Някои от основните въздействия върху околната среда от различните варианти за управление на отпадъците са представени в Таблица 4.4.7.-1. [172]

Таблица 4.4.7.-1. Основни въздействия върху околната среда от различните варианти за управление на отпадъците

Вариант	Основни въздействия върху околната среда
Всички варианти	Емисии от въглероден диоксид и други замърсители, шум, неприятни миризми и натоварване на трафика от превозните средства, транспортиращи отпадъците и полу-продуктите към и от инсталациите за третиране.
Депониране	Емисии на метан от биоразградимите отпадъци, които допринасят към глобалното затопляне, и създават местни опасности, като риск от пожари и експлозии
	Риск от замърсяване на водите с инфилтрат от разграждането на отпадъците
	Заемане на големи площи, т.е. неустойчиво използване на земите
	Шум и миризми
Инсинериране	Някои въглеродни съединения остават в депото за дълги периоди и не се връщат в атмосферата като CO ₂
	Замърсители на атмосферния въздух - NO _x , SO ₂ , HCl, ФПЧ и диоксини
	Емисии на CO ₂ от отпадъци от изкопаеми горива (напр. пластмаси) и N ₂ O, които допринасят към глобалното затопляне.
	Възстановената енергия може да замени изкопаеми горива, като по този начин се избягват емисии на CO ₂
Рециклиране	Летливата пепел и остатъците от системите за пречистване на отпадъчните газове изискват стабилизиране и депониране като опасен отпадък.
	Дънната пепел може да се използва като източник за извличане на метали
	Спестява енергия (обикновено за получаването на продукти от рециклирани суровини е необходима по-малко енергия), като по този начин се намаляват и емисиите на парникови газове и други замърсители.
	Удължава се използването на ограничени природни ресурси (напр. метални руди) – допринася за устойчиво използване на ресурсите
Компостиране	Избягват се въздействия, свързани с добива на суровини (напр. кариерен добив на руди и пясъци, изсичане на вековни гори за получаване на дървесина за хартия)
	Избягва се генерирането на метан от разграждане на органичните отпадъци в депата (тъй като разграждането е аеробно)
	Компостът може да бъде използван като почвен подобител и в известна степен заменя минералните торове
	Потенциал за улавяне и съхранение на въглерод в почвената органична материя
Анаеробно разлагане	Подобрява плодородието на почвата и съдържанието на почвена органична материя, което намалява необходимостта от неорганични торове и напояване и намалява почвената ерозия.
Механо-биологично третиране	Необходим е внимателен контрол над процеса, за да се избегне образуването на биоаерозоли.
	Както при компостирането, плюс възстановена енергия, която замества изкопаемите горива и намалява емисиите на CO ₂
	При депонирането на третирани органични отпадъци се намалява генерирането на метан и инфилтрат (биологичната фракция се компостира преди депониране)
	Възстановяват се материали за рециклиране и/или получаване на енергия
	Удължава се живота на депата, тъй като предварителното третиране намалява обема на отпадъците
	Не е устойчиво като рециклирането и компостирането, тъй като винаги има остатък за депониране

При избора на методи за третиране на ТБО, при които имат предвид и да се вземат мерки за ограничаване на възможностите за “биологична заплаха” за хората и околната среда.

5. Обобщени изводи

Проведените изследвания, направените сравнителни анализи и оценки и получените резултати позволяват да се направят следните обобщени изводи:

1. За първи път е разработена методика за морфологичен анализ на ТБО, която отчита вида и местоположението на населеното място, зависимостта от различните сезони, през които се генерират ТБО, стандарта на живот и спецификата на населеното място.

2. Доказано е, че определяният досега морфологичен състав на ТБО не позволява изборът на най-подходящият метод за тяхното оползотворяване и обезвреждане.

3. Разработен е нов морфологичен състав на ТБО, включващ 19 групи и 46 вида ТБО, при 11 вида ТБО съгласно досега определяният морфологичен състав.

4. Новият морфологичен състав позволява да се предложи нова схема за разделно събиране и за смесено събиране на ТБО и нов подход при избора на технико-технологични решения за оползотворяване и обезвреждане на ТБО.

5. На база детайлизирания морфологичен състав на ТБО за първи път е обособена групата „опасни битови отпадъци”, която се формира от 13 подгрупи:

- Хигиенни;
- Неизползвани детергенти (почистващи, перилни, миялни препарати) и опаковките им;
- Неизползвани и/или с изтекъл срок на годност козметични препарати и опаковките им;
- Неизползвани и/или с изтекъл срок на годност лекарствени препарати и опаковките им;
- Отпадъци от хуманната и ветеринарната медицина;
- Лакове и разтворители и опаковките им;
- Бои и пигменти и опаковките им;
- Пестициди, биоциди и опаковките им;
- Живачни лампи;
- Автокозметични отпадъци;
- Отработени моторни масла;
- Батерии и акумулатори, масово използвани в бита;
- Отпадъци, съдържащи тежки метали (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Cr, As, Te, Be, Sr, Al, Se) и устойчиви органични замърсители (УОЗ);

6. Направена е инвентаризация на основните групи „опасни битови отпадъци” (над над 900 лекарствени препарата, 140 козметични препарата, 135 детергента), определени са R и S фразите и опасните вещества, съдържащи се в тях.

7. За първи път са инвентаризирани ТБО, съдържащи опасни вещества, класифицирани съгласно разширението на Стокхолмската конвенция като „нови устойчиви органични замърсители” (нови УОЗ):

- Алфа Хексахлорциклохексан (HCH);
- Бета Хексахлорциклохексан (HCH);
- С- пентабромодифенил етер;
- С- октабромодифенил етер;
- Хексабромодифенил (HBB);
- Перфлуорооктан сулфоновна киселина (PFOS), нейните соли и перфлуорооктан сулфонил флуорид (PFOS-F);
- Пентахлорбензен (PeCB);

8. Предложена е нова система за събиране на ТБО:

а) разделно събиране на:

- Рециклируемите отпадъци (пластмасови, хартиени, стъклени, метални);
- Опасни битови отпадъци;
- Биологично разградими отпадъци – растителни;
- Биологично разградими отпадъци – хранителни;
- Излязло от употреба електрическо и електронно оборудване;

б) Смесено събиране на всички отпадъци не включени в разделното събиране;

9. На база новият морфологичен състав и доказаното присъствие на опасни битови отпадъци, научно-обоснована и доказана е нецелесъобразността от преработване на смесено събраните ТБО до компост.

10. Обоснована е възможността за преработване на биоразградимите отпадъци до приложим в селското стопанство компост:

- Само от растителни отпадъци;
- Само от хранителни отпадъци;
- Само от растителни и хранителни отпадъци;
- Смес на биологично разградиви битови отпадъци и биологично разградиви производствени отпадъци;

• Смес на биологично разградиви отпадъци с N-P-K минерални торове и производство на „органо-минерални торове смеси”.

11. Определен е енергийният потенциал на енергийно оползотворяемите ТБО (62 вида пластмасови, 6 вида каучукови, 4 вида гумени, 15 вида хартиени, 27 дървесни, 15 вида кожени, 4 вида текстилни и др.), чиято калоричност от 4 до 38 MJ/kg е доказателство за възможността за оползотворяване и обезвреждане на ТБО чрез превръщането им в значителен енергиен ресурс посредством различните термични методи:

- Горивни методи;
- Пиролизни методи;
- Газификационни методи;
- Плазмени методи;

12. Чрез диференциално-сканираща калориметрия и термогревиметричен анализ са определени енталпията, началната и крайна температура на изгаряне, скоростта на изгаряне на основни групи битови отпадъци (хартиени, пластмасови, композитни, текстилни, кожени, гумени, растителни и хранителни), които дават основание да се препоръчат термичните методи като подходящи за оползотворяване и обезвреждане на ТБО.

13. Разработени са 11 технологични схеми за оползотворяване и обезвреждане на ТБО чрез механични, биологични, механо-биологични, термични (изгаряне, пиролиза, газификация, плазма), химични методи и депониране, на които е направен „SWOT анализ”.

14. Чрез сравнение на потенциално възможните методи за оползотворяване на ТБО с „най-добрите налични техники” по показателите разход на суровини и енергия и количество генерирани газообразни, течни и твърди отпадъци е определена екологосъобразността от реализирането на всеки от тези методи.

15. На базата на разработения нов морфологичен състав на ТБО, на предложената нова система за разделно и смесено събиране на ТБО и резултатите от сравнителния технико-технологично-екологично-социален анализ на методите за третиране на ТБО е научно обоснована възможността и необходимостта от 100 % превръщане на ТБО в суровинен и енергиен ресурс, което е в пълно съответствие с новата Европейска Директива за управление на отпадъците.

Научни и научно-приложни приноси

1. Разработена е методика за определяне на реалния морфологичен състав на ТБО, отчитаща вида, сезоните и спецификата на населените места.
2. Разработен е нов морфологичен състав на ТБО, който позволява избора на екологосъобразни технико-технологични решения и метод за оползотворяване и обезвреждане на ТБО.
3. Научно обоснована и предложена е нова група ТБО – „опасни битови отпадъци“, състояща се от 13 подгрупи, за които на база определените R и S фрази са идентифицирани над 300 опасни вещества.
4. Доказана е възможността новите устойчиви органични замърсители (УОЗ), предмет на разширението на Стокхолмската конвенция, да предопределят възможностите за усъвършенстване на методите за оползотворяване и обезвреждане на смесено събраните ТБО, независимо от количествата на съдържащите се в тях „нови УОЗ“, като: алфа-хексахлорциклохексан (HCH), бета-хексахлорциклохексан (HCH), хексабромобифенил (HBB), С-пентабромодифенил етер, С-октабромодифенил етер; перфлуорооктан сулфонова киселина (PFOS), нейните соли и перфлуорооктан сулфонил флуорид (PFOS-F), пентахлорбензен (PeCB);
5. Научно обоснована и доказана е нецелесъобразността от производството на компост от смесено събрани ТБО и целесъобразността от производството на подходящ за селското стопанство компост на базата на биологично разградимите ТБО, както самостоятелно, така и в комбинация с биологично разградими производствени отпадъци или смеси с минерални N-P-K торове.
6. На базата на „SWOT анализа“ и „най-добрите налични техники“ (НДНТ) е направен сравнителен технико-технологично-еколого-социален анализ и оценка на приложимостта на възможните методи за третиране на ТБО: механични, биологични, механо-биологични, термични, химични и депониране.
7. На базата на калоричността, начална и крайна температура на изгаряне, скоростта на изгаряне и степента на изгаряне, които са специфични за всеки вид отпадък са препоръчани термичните методи (изгаряне, пиролиза, газификация, плазма) като най-подходящи методи за оползотворяване и обезвреждане на ТБО.
8. На база предложените нов морфологичен състав и нови схеми за разделно и смесено събиране на ТБО е предложено усъвършенстване на възможностите за оползотворяване и обезвреждане на ТБО и е доказана възможността за 100 % им превръщане в суровинен и енергиен ресурс и предотвратяване на заплахата за компонентите на околната среда и здравето на хората.
9. Предложено е изключване на депата като възможност за третиране на ТБО за сметка на предотвратяване на тяхното генериране и на ефективно преработване в съответствие с непрекъснато нарастващия суровинен и енергиен ресурс в света и у нас и в пълно съответствие с новата Рамкова Директива за отпадъците на ЕС.
10. Създадена е информационна обезпеченост за видовете, количествата и качествата на неопасните и опасните ТБО, което предопределя по-висока ефективност на системата за управление на събирането, оползотворяването и обезвреждането им.
11. Доказаните необходими и възможности за превръщане на ТБО в суровинен и енергиен ресурс са намерили практическо приложение в разработените и приетите „Доклади за ОВОС“, „Комплексни разрешителни за предотвратяване и контрол на замърсяването“ и „Програми за управление на дейностите по отпадъците 2012 – 2020 г.“ в Столична Община и други общини в страната.

Списък на публикации по дисертацията

1. V. Kyoseva, Ek. Todorova, Iv. Dombalov, Y. Pelovsky, The Solid Waste Of Sofia Municipality As Raw Material And Energy Resource, 4th International Environmental Conference of Pieria – Katerini: “Life Quality and Capacity Building in the Frame of Safe Environment”, 17th – 20th March 2009, Katerini, Greece, book 3, vol.13 (2012) of Journal of Environmental Protection and Ecology, (под печат)
2. В. Кьосева, Ек. Тодорова, Ив. Домбалов, Битовите отпадъци на България – околната среда, здравето и устойчивото развитие, Юбилейна научна конференция „35 години обучение по екология, опазване и възстановяване на околната среда, Юни, 2009, ЛТУ-София, Лесовъдска мисъл 2/2009 (38) година 15, стр. 230-241
3. В. Кьосева, Ив. Домбалов, Разделно събиране на биоразградимите и опасните отпадъци от бита – необходимост и условие при управлението на твърдите битови отпадъци, Юли, 2010, ЛТУ-София - XIX Международна научна конференция, Научни трудове на XIX Международна научна конференция за млади учени 2010, ISBN 954 - 323 - 057 - 9, стр. 44-55
4. В. Кьосева, Ив. Домбалов, Компостирането на биоразградими битови отпадъци – предизвикателства и алтернативи, Октомври 2010, Научни трудове на УХТ – Пловдив, том. 57, свитък I, ISSN 0477-0250, стр. 580-586
5. В. Кьосева, Ек. Тодорова, Ив. Домбалов, Най-често задаваните въпроси, свързани с превръщане на битовите отпадъци в суровинен и енергиен ресурс, ISBN 978-954-92844-1-6, Хай Енд Пъблишинг ООД, гр. София, 2011

Научни конференции, на които са докладвани резултати, свързани с дисертационния труд

1. 4th International Environmental Conference of Pieria – Katerini: “Life Quality and Capacity Building in the Frame of Safe Environment”, 17th – 20th March 2009, Katerini, Greece
2. Юбилейна научна конференция „35 години обучение по екология, опазване и възстановяване на околната среда, ЛТУ-София, Юни, 2009
3. XIX Международна Научна конференция за млади учени – ЛТУ – София, Юли 2010
4. Научна конференция с международно участие „Хранителна наука, техника и технология 2010”, УХТ - Пловдив, 15-16 октомври 2010
5. Workshop RTD & Innovations, Good Practices, Prospects & Alternatives, - международен проект по 7-ма Рамкова Програма (WasteKIT) с участието на Англия, Холандия, Италия и България по популяризиране на знанията и международния опит по управление на битовите отпадъци. 20 – 21 септември 2011, София