



ХИМИКОТЕХНОЛОГИЧЕН И МЕТАЛУРГИЧЕН УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛТЕТ ПО ХИМИЧНО И СИСТЕМНО ИНЖЕНЕРСТВО
КАТЕДРА „ИНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГИЯ“

маг. ек. Петър Петров

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертация

ОХАРАКТЕРИЗИРАНЕ НА ОТПАДЪЦИТЕ ОТ ТЕЦ
„СВИЛОЗА“ И ТЯХНОТО ЕКОЛОГОСЪОБРАЗНО
СЪХРАНЕНИЕ И ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕ

за придобиване на образователната и научна степен „доктор“

по научна специалност

„Технология за оползотворяване и третиране на отпадъците ”

Научни ръководители:

Проф. д-р инж. Йончо Пеловски

Проф. д-р инж. Иван Домбалов

Научно жури:

1. Доц. д-р инж. Николай Козарев
2. Проф. д-р инж. Иван Домбалов
3. Доц. д-р инж. Екатерина Тодорова
4. Проф. д-р инж. Димитър Павлов
5. Проф. д-р инж. Елена Желева

София, 2011

Дисертационният труд е написан на 147 страници и съдържа 89 фигури и 51 таблици. Цитирани са 137 източника.

Представеният дисертационен труд е обсъден и приет на защита на заседание на разширен научен съвет на научното звено на катедра „Инженерна екология”, състояло се на 20.06.2011.

Публичната защита на дисертационния труд ще се проведе на 14.11.2011г. 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.

Въведение

Топлоенергийната промишленост е един от най-крупните генератори на твърди отпадъци в България. По актуални данни 40% от електроенергията в страната се произвежда в ТЕЦ, работещи на въглища. Ежегодно се генерират големи количества твърди отпадъци, от които само 25%(основно гипс) биват оползотворявани като вторични суровини, а останалите се депонират. Отпадъците от ТЕЦ могат да бъдат използвани като ценен ресурс в много производства с цел извличането на многобройни екологични и икономически ползи.

Депонирането на тези отпадъци е свързано с редица проблеми, свързани с опазването на околната среда и настоящата дисертация има за цел да допринесе за решаването на тези проблеми.

1. Отпадъци от топлоенергийната промишленост – същност, оползотворяване и обезвреждане, проблеми за околната среда

1.1. Сгуропепелни отпадъци, генерирани от ТЕЦ

1.1.1. Пепели и сгурии – същност

Сгурии

Сгурията от ТЕЦ, която се формира на дъното на горивната камера, под формата на агломерати, представлява плътни тъмни стъкловидни порести тела с неправилна форма и размери от 0,15 до 15-20mm. Химическият ѝ състав зависи от състава на минералната част на въглищата и варира в широки граници (SiO_2 – 35-36%, Al_2O_3 – 10-25%, CaO – 1-50%, Fe_2O_3 – >20% и др. В зависимост от химическия състав, размера на частиците и температурата на горене сгуриите могат да съдържат кристална фаза до 80%, чиято структура определя активността им.

Пепели

Пепелите представляват дребни стъкловидни частички със сферична форма, улавяни при пречистването на отпадъчните газове в прахоуловителните съоръжения. В зависимост от конструкцията на пещите и режима на работа, с пещните газове може да се транспортира 65-90% от общото количество минерален остатък.

В състава на пепелите участват голям брой химични елементи, които в зависимост от концентрацията си биват макро-, микроелементи и трасиращи елементи. Макроелементите са елементи, чиято концентрация в оксидната форма надвишава 2 %. Такива са обикновено Si, Al, Fe, Ca и Mg. Микроелементите са с концентрация на оксидите от 2.0 до 0.2 % - най-често това са K, Na, Ti, C, Mn, S и др. Редките елементи съставляват 0.2 % от общото тегло и в зависимост от природата на изгаряните въглища, могат да бъдат цветни метали, редки и редкоземни елементи и др..

1.1.2. Обезвреждане и оползотворяване на пепели и сгурии

1.1.2.1 Депониране

Въпреки, че съгласно съвременните екологични практики, отпадъците от ТЕЦ следва да бъдат оползотворявани, все още големи количества от тях се депонират.

Независимо от източника на генериране и вида на отпадъка в световната практика са се наложили различни практики за депониране – депониране на табани, в клетки или сгуроотвали или запълване на рудници. Начинът на транспорт на отпадъка от завода до мястото на депониране се определя съгласно избраната технология и характеристиките на отпадъка, и може да бъде сух или мокър.

1.1.2.2 Използване в пътно строителство, жилищни и промишлени сгради

Използване в циментовата промишленост

За използването на пепели в циментовата промишленост е необходимо преди да бъдат добавени в клинкера пепелите да бъдат подложени на предварителна преработка, чрез която да бъдат отделени нежеланите примеси и най-вече неизгорелия въглерод.

А) Трибоелектростатична сепарационна технология за отделяне на неизгорелия въглерод - ST

С цел добива на суровина с оптимални качества за циментовата промишленост, отпадъците от ТЕЦ могат да бъдат подложени на предварителна подготовка, състояща се в сепарация и извличане на полезните компоненти. Чрез ST-сепаратора се постига 100% очистване на пепелта и получената пепел отговаря на всички изисквания за използване при производството на бетон и цимент.

Б) Използване на сгуропепелината в циментовата промишленост без предварителна подготовка:

Благодарение на предварителната топлинна обработка на пепелта и сгурията разходът на гориво за изпичането на сместа се намалява значително. Изискванията към химичния състав на отпадъците от ТЕЦ, с цел използването им като активни добавки, са представени в **Таблица 1**.

Таблица 1 Норми за химичния състав на пепелни добавки

Показател	Сгуро-пепелни отпадъци, %	
	Кисели	Основни
Съдържание на SiO ₂	Не по-малко от 40	Не се нормира
Съдържание на SO ₂	Не повече от 2	Не повече от 5
Съдържание на свободен CaO	-	Не повече от 10
Съдържание на R ₂ O ₃	Не повече от 2	Не повече от 2
Съдържание на неизгорели частици като загуба при налягане при 1 000 ОС	Не повече от 5	Не повече от 5

В България технически изисквания към пепелите и сгуриите като минерални добавки, използвани за производството на цименти, са дефинирани в БДС 166 – 72.

Използване за производството на строителни разтвори

Добавката на пепел в строителните разтвори води до икономия на свързващия и на инертния материал, до подобряване на сцеплението със зидарията благодарение на подобрите пластични свойства на разтворите, на водоустойчивостта, корозионната им устойчивост и до създаване на възможност за механично нанасяне. Съгласно Българския държавен стандарт пепелта за строителни разтвори трябва да отговаря на определени изисквания, които са представени в **таблица 2**.

Таблица 2 Технически изисквания на пепелта по БДС 5795-81

Показател	Вид на състава			
	циментов	варо-циментов	варов	гипсов
Съдържание на неизгорели ч-ци (max % загуба при 1000°)	12	12	20	12
Обща S (max %)	5	5	-	-
Водоразтворими соли (max %)	5	5	-	-
Чужди примеси	Не се допускат			

Показател	Вид на състава			
	циментов	варо-циментов	варов	гипсов
Свободен СаО (max %)	5	-	-	-
Обемно постоянство	Да отговаря на определението			
Остатък на сито с отвор 0,09 mm (max %)	55	55	55	55
Остатък на сито с отвор 0,02 mm (max %)	20	20	20	20

На база пуцолановата активност на пепелта, проявявана в присъствие на $\text{Ca}(\text{OH})_2$, се произвежда безклинкерно свързващо вещество, наречено варо-пепелен цимент (**Варо-пепелни свързващи вещества**). В практиката се изготвят и **варо-циментно-пепелни разтвори**, като се постига икономия на 40 – 60 kg/m³ цимент и 30 – 60 kg/m³ вар при запазени якостни показатели и по-добре изразено втвърдяване във вода. Икономически целесъобразно е и приготвянето на **циментно-пепело-пясъчни смеси**, като се постига и подобряване на якостните характеристики, свойствата при попарване с висока температура и корозионната устойчивост на действието на сулфатни и меки води в сравнение с тези при чистите циментно-пясъчни смеси.

Пепелта от ТЕЦ се използва като компонент на свързващото вещество или като **пълнител във варосиликатни изделия**. Пепелта действа пластифициращо на сместа и води до увеличаване на якостта 1,3 -1,5 пъти. Пепелите от ТЕЦ са ефективна суровина за производство на топлоизолационни **азбестосъдържащи варосиликатни изделия** използвани в топлоенергетиката, като освен че се постига подобряване на качествата им, се съкращава продължителността на топлинната обработка, като по този начин се пести и енергия.

Използване при производството на бетони

Пепелите и сгуриите са подходяща суровина за производството на различни видове изкуствени леки добавъчни, с които се изготвят леки бетони. Използването на сгурии в производството на леки бетони трябва да е в съответствие със стандарт EN 13055-1. Използването на сгурии в производството на леки бетони и изделия от леки бетони ни дава следните предимства: по-добри кохезионни свойства, по-добра текстура, по-лесен контрол на влагата в изделията, по-голяма здравина на изделията и други.

Използване при производството на тухли и керемиди

Строителните тухли по принцип се произвеждат чрез приготвяне на смеси от глина и пясък, в различни концентрации, които в последствие се изсушават и изпичат. Технологиите и оборудването при технологиите използващи отпадъци от ТЕЦ са подобни на тези, използвани при обикновените тухли, а готовият продукт е с около 28% по-лек и отговаря на всички стандарти.

Използване в пътното и улично строителство

Пепелта и сгурията от ТЕЦ могат да се използват с успех в пътното и уличното строителство самостоятелно като свързващо вещество или в смеси като инертен пълнител, както за долните слоеве на основите на всички категории пътни настилки, така и за горни слоеве на основите на пътна настилка на леко и средно натоварени пътища.

От пепелта могат да се произвеждат и изкуствени материали - пълнители за асфалтобетонните пътни покрития, напр. щлакоситал.

Използване на отпадъците от ТЕЦ за направа на насипи, обратни засипки и диги. По зърнометричен състав и свойства пепелите отговарят на изискванията за материали, използвани за насипи. При използване на пепели за изграждане на насипи, в горните и допълнителните слоеве на основите им, пепелта се стабилизира с цимент, вар или гипс.

Стабилизирани пепели се използват за опори и устои на мостове, за основи на тротоари от лят асфалт, тъй като не са чувствителни към водата. При използване на пепел и сгуро-пепелна смес за обратни засипки, те не трябва да оказват корозионно действие върху бетона и конструкциите, съоръженията и тръбопроводите.

1.1.2.3 Извличане на метали

Пепелите и сгуриите от ТЕЦ съдържат голямо количество метали под формата на сложни неорганични съединения или нови минерални образувания. Пепелите и сгуриите съдържат основно алуминий и желязо, но не са за подценяване съдържанията и на никел, хром, титан и други метали.

Един от методите за извличане на магнетит от пепелите се базира на мокра магнитна сепарация. Разработена е технология за извличане на молибден след охлаждане на димните газове в ТЕЦ чрез използване на разтвор, съдържащ 7,8% NH_3 и 4,8% $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. Максималното извличане може да достигне 92,4%.

В отпадъците от ТЕЦ в зависимост от вида на горивото и начина на изгаряне могат да се съдържат големи количества Al_2O_3 , от които да се получи т.нар. “неметалургичен алуминий”. Проведени изследвания доказват наличие на повече от 40% Al_2O_3 в някои пепели, но те са здраво свързани в Al_2O_3 - SiO_2 -матрици, чието разрушаване е много трудно, енергоемко и икономически нерентабилно.

В практиката са приложени редица методи за извличане на Al от пепел от ТЕЦ, по-важните от които са директното киселинно излугване, “Salt-soda”, “Lime-soda” и HiChlor процеси, алкална преекстракция на Si от пепели, хидротермично алкално преработване и др.

Директното киселинно излугване се базира на разтваряне на Al с помощта на солна, сярна или азотна киселина.

“Calsinter” процес се състои в получаване на разтворими калциеви алуминати и неразтворими калциеви силикати чрез взаимодействие с CaO при висока температура.

“Salt-Soda” процес представлява метод на синтероване на пепелите с NaCl и Na_2CO_3 до получаване на разтворими натриеви алуминати.

“Lime-soda” процес се състои в синтероване с CaCO_3 и NaCO_3 до получаване на разтворими натриеви и калциеви алуминати, които след това се подлагат на алкално излугване с разтвор на Na_2CO_3 .

HiChlor процес Състои се в двустъпално хлориране с газообразен хлор като в първия стадий желязото и цветните метали се превръщат в летливи хлориди, които се сепарират чрез селективна кондензация, а във втория се цели получаването на AlCl_3 , TiCl_3 SiCl_4 .

Алкална преекстракция на Si от пепели. Състои се в предварително отстраняване на лесноразтворимия в алкални разтворители Si, и последваща екстракция на пепелите с NaOH, при което се получава алкалносилкатен разтвор, подходящ за преработване до различни силикатни продукти. Обоготеният на алуминий остатък се преработва до алуминиеви продукти.

Хидротермично алкално преработване представлява процес на алкално третиране на пепелите с NaOH и CaO, излугване и получаване на CaH_2SiO_4 , което се използва в строителството.

Биологично извличане. Извличането става директно и индиректно. Индиректното извличане се състои в окисление на разтворените метални йони, и последващо редуциране на металните сулфиди от микроорганизмите. Директният механизъм се състои в прикачане на бактериите по повърхността на сулфидите и извличането на металите чрез съединения, синтезирани от клетъчната стена.

1.1.2.4 Използване в селското стопанство

Почвоподобрител.

Изследванията показват, че значителни количества пепел могат да се използват като естествен подобрител на почвата с цел неутрализация на кисели почви, подобряване на структурата и внасяне на микроеlementи.

Възстановяване на нарушени терени. Пепелите от електрофилтрите от ТЕЦ са много подходящи за рекултивация на почви при открити минни разработки. Материалът, подлежащ на рекултивация се характеризира с някои специфични особености, като много голяма киселинност (рН достига до <3,5), текстурна диференциация, уплътняване на слоеве и др. Те от своя страна оказват влияние на наличието на разтворими соли и влагозадържаща способност на почвата. От друга страна поради факта, че произхожда от голяма дълбочина, този материал съдържа голямо количество скални късове и малко органично вещество. Директното нанасяне на пепел от ТЕЦ върху такива терени води до повишаване на рН и подобряване на влагозадържащата способност на субстрата.

Запълване на галерии и сондажи. Опитът в различни страни показва, че е възможно използването на пепелта от ТЕЦ за запълване на галерии и сондажи, като се постига защита на повърхността от деформации, намаляване на загубите от руда, подобряване на безопасността на труда, намаляване на риска от пожари и икономия на ресурси като цимент и др.

1.1.2.5 Други начини за оползотворяване

Plasma Enhance Meter (PEM). Компанията IET е разработила метод за оползотворяване на пепелта от ТЕЦ, базиран на високотемпературно третиране и получаване на стъкло и стъклени продукти. В основата на технологията е електродъгова плазма в реактора, където органичните компоненти реагират с пара до получаване на въглероден оксид и водород (синтезгаз).

Производство на зеолити и пречистване на отпадъчни води.

Пепелите от ТЕЦ са подходяща суровина за производство на зеолити, които могат да бъдат използвани при очистване на производствени и битово-фекални води. Данните от изследванията сочат, че най-добри резултати се получават при синтез на зеолит X при отношение NaOH/пепел=1.2:1, температура 550°C, време за кристализация 6-10 часа, и температура на кристализация 90°C.

1.1.3. Най-добри налични техники (BAT's) и най-добри налични практики за управление на пепели и сгурии

В Европейският съюз се обръща голямо внимание на възможностите за оползотворяване на пепелите и сгуриите, вместо тяхното депониране. Оползотворяването на пепелите и сгуриите е най-добрият вариант и е приоритет за Европа, съгласно насоките в референтните документи за НДНТ. Основните варианти са оползотворяване на пепелите и сгуриите, генерирани от ТЕЦ са представени в **Таблица 3**.

Таблица 3. Варианти за оползотворяване на отпадъчните продукти от ТЕЦ, съгласно НДНТ

Метод	Приложим към:	
	Пепели	Сгурии
Добавка към стандартни бетони	Да	
Добавка към леки бетони	Да	Да
Добавка към порести бетони	Да	
Добавка към високоякостни бетони	Да	
Водоустойчиви бетони	Да	
Пластификатор за цимент	Да	
Суровина за производство на цимент	Да	
Изоляционен материал	Да	

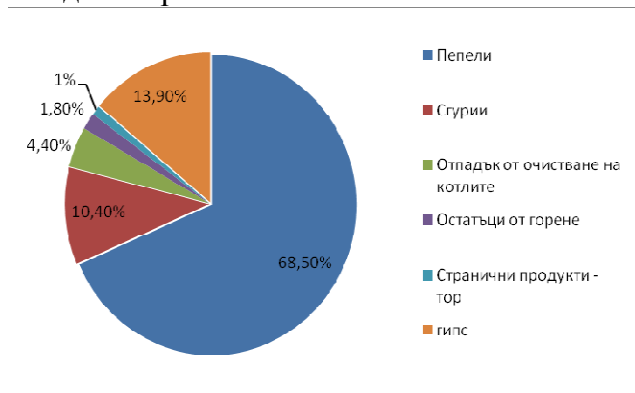
Метод	Приложим към:	
	Пепели	Сгурии
В керамичната индустрия	Да	Да
Пътностроителство и ландшафт	Да	Да
За строителство на диги	Да	Да
Пълнител за асфалт	Да	
Земно укрепване и земни работи в пътното строителство	Да	Да
За звукоизолация	Да	Да
В технологии за депониране на отпадъци	Да	Да
Депониране	Да	Да
Имобилизация на опасни вещества	Да	
Изолационен материал при изграждане на депа (Долен изолиращ екран)	Да	
Повърхностен филтър при рекултивиране на депа		Да
Материал при производство на филтри за пречистване на отпадъчни води		Да
Стабилизатор за цимент	Да	
Материал за рекултивация на рудници и кариери	Да	Да
Производство на зеолити	Да	
Müller-Kühne процес	Да	Да

Всеки от посочените методи за оползотворяване на пепелите и сгуриите има специфични изисквания към техните свойства. Качествените критерии основно се отнасят за структурните свойства, съдържанието на вредни вещества, неразтворен въглерод, разтворимост на тежките метали и т.н.

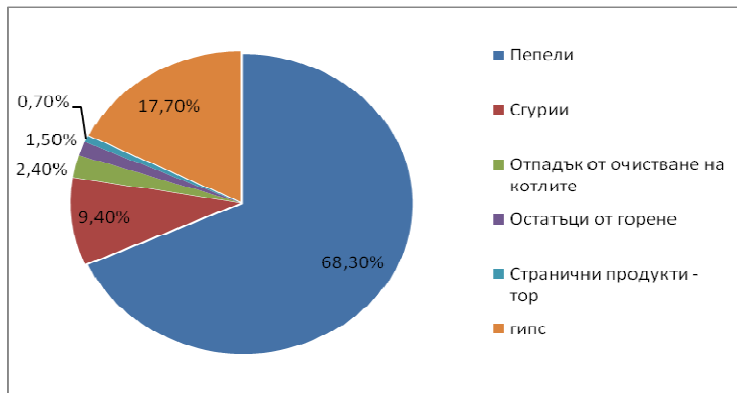
На **фигура 1** е представена графика с делът на различните отпадъци, генерирани от ТЕЦ за 1999 година, а на **фигура 2** за 2007г.

От графиките за 1999 и 2007 година се вижда, че като цяло делът на различните твърди отпадъци, генерирани от ТЕЦ се променя незначително, а количеството им се увеличава с 6 млн. тона за 8 години.

Анализът на данните от последните години показва, че по-голяма част от генерираните твърди отпадъци се оползотворяват в строителството, минната индустрия – в подземни мини за стабилизиране и в открити рудници за рекултивация. Само 2.2% от генерираните отпадъци се съхраняват временно за по-късна употреба, а само 9.3% се депонират.

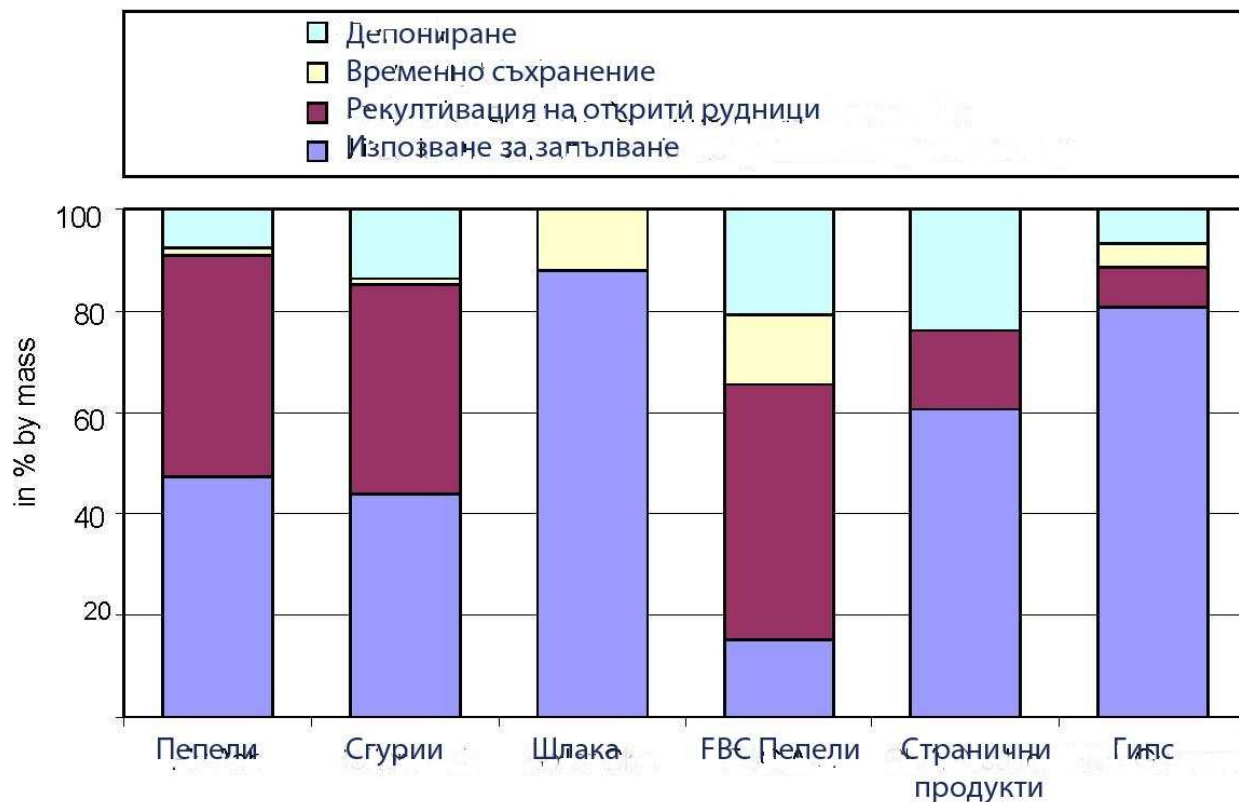


Фигура 1 Отпадъци, генериани от ТЕЦ в ЕС15 за 1999г.

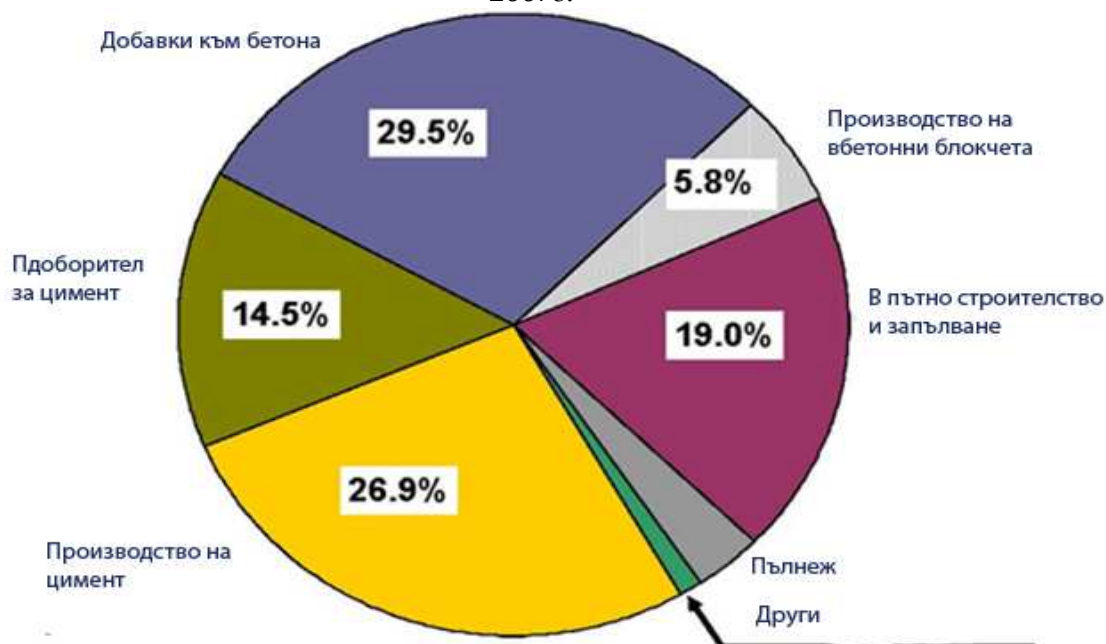


Фигура 2 Отпадъци, генериани от ТЕЦ в ЕС15 за 2007г.

На **Фигура 3** е представено процентното съотношение по тип на оползотворяване на всички генериани в ЕС 15 отпадьци от ТЕЦ, а на **Фигура 4** типът оползотворяване на пепелите, които се генерират и в най-голямо количество.



Фигура 3 Оползотворяване и депониране на генерианите от ТЕЦ отпадьци в ЕС15 за 2007г.



Фигура 4 Оползотворяване и депониране на генерианите от ТЕЦ пепели в ЕС15 за 2007г.

Оползотворяването на отпадъците от ТЕЦ в ЕС варира в зависимост от климатичните особености, държавните такси и законодателството. В някои от старите страни членки на ЕС оползотворяването на отпадъците от ТЕЦ е 100%, докато в други то е по-малко от 10%, което в повечето случаи се дължи на външни фактори като високо съдържание на тежки метали, големи загуби от налягане, съдържание на хлор и други.

Установените и доказани практики в много страни показват, че оползотворяването може да бъде над 90%, а някои страни вече демонстрират и иновационни разработки за пълно оползотворяване на пепелите и сгуриите и преустановяване на практиките за депониране на тези крупнотонажни отпадъци в глобален мащаб.

Независимо, че в нашата страна също има много изследвания с положителни резултати дори в индустриален мащаб, оползотворяването на пепелите и сгуриите е все още на много ниско ниво, което влошава нашите национални показатели по отношение на управлението на отпадъците.

1.1.4. Проблеми за околната среда и здравето на хората

1.1.4.1. Намаляване на риска за околната среда и здравето на хората

Въпреки многото ползи, които има използването на пепелите и сгуриите, трябва внимателно да се преценява и рискът, който те представляват за околната среда и здравето на хората при тяхното използване. Както всеки природен продукт, пепелите и сгуриите съдържат минимални количества (следи) от различни химични елементи. Концентрацията на някои от тези елементи може да бъде и по-висока в пепелите, отколкото в изходната суровина (въглищата) или в други природни суровини, които се използват със същото предназначение.

С цел да се избягва негативното въздействие върху здравето на хората и околната среда, в ЕС и в България са разработени различни стандарти, които регулират използването на пепели и сгурии. Благодарение на разработените стандарти, при високата степен на оползотворяване на пепелите и сгурии в ЕС, досега не е докладван нито един случай на вредно въздействие на пепелите и сгуриите върху здравето на хората.

1.1.4.2. Потенциално въздействие върху здравето на хората и околната среда

Влиянието на пепелите и сгуриите върху околната среда и здравето на хората се дължи на съдържащите се в тях следи от тежки метали и други химични елементи, които понякога могат да бъдат и в по-високи концентрации. Елементите, които е възможно да бъдат в по-големи концентрации и да повлияят върху здравето на хората и околна среда са арсен, кадмий, бор, хром, олово, молибден, живак, талий, селен. Същевременно следва да се има предвид, че бор, молибден и селен са елементи, които спадат и към микроелементите важни за развитието на растителните култури. Предозирането на почвите с тежки метали е особено опасно за почвите и хранителната верига, ако токсичните елементи в пепелите и сгуриите са в подвижна форма и се извличат в почвените разтвори.

1.1.4.3. Възможни пътища за замърсяване на околната среда и увреждане на здравето на хората

Основните пътища чрез, които пепелите и сгуриите могат да замърсят околната среда са:

- Замърсяване чрез разпръскване
- Замърсяване чрез повърхностните води
- Замърсяване на подземните води

1.2. Сгуропепелни отпадъци, генерирани от топлоенергийната промишленост в Р. България

Съгласно Наредба 3 за класификация на отпадъците, сгуриите се класифицират с код 10.01.01. – сгурия, шлака и дънна пепел от котли, а пепелите с код 10.01.02 – увлечена / летяща пепел от изгаряне на въглища/.

За периода 2005-2009 година средногодишно в страната се генерират и съответно депонират 4.7 млн. тона пепели и 0.8 млн. тона сгурии.

1.3. Изводи от литературния обзор

От направения литературен обзор могат да се направят следните изводи:

1. Отпадъците от ТЕЦ(пепели и сгурии) могат да бъдат използвани като суровинен и енергиен ресурс на основата на наличните най-добри техники и технологии в различните области на индустрията.
2. За използването им те трябва задължително да отговарят на определени критерии
3. Най-голямо е приложението им в строителството.
4. Наред със структурно-механичните и физико-химичните характеристики, от значение е какъв тип въглища се използват, технологията и техниките за подготовка на въглищата, методите и технологията за изгаряне, автоматизирането и управлението на горивния процес, начинът на третиране и транспортиране на генерираните сгуропепелни отпадъци.
5. В резултат от строгите нормативни ограничения, тенденцията в последните години показва значително намаляване на депонираните количества пепели и сгурии, което е свързано с разширяване на тяхното оползотворяване в различни направления и преди всичко в строителството и за рекултивация на почвите.
6. Намаляването и недостига на минерални суровини за редица стратегически метали като алуминий, желязо, никел, титан, хром и други определя пепелите и сгуриите като потенциална нова суровинна база за тяхното производство, което обяснява и нарастването на броя на изследванията и разработването на нови методи и технологии за тяхното извличане от пепелите и сгуриите.
7. Пепелите и сгуриите могат да съдържат едни от най-токсичните метали и съединенията им, което изисква тяхното охарактеризиране, независимо дали се оползотворяват или депонират.
8. Отпадъците от ТЕЦ, особено пепелите, могат да бъдат разглеждани като ФПЧ10, ФПЧ2,5, наночастици, термотрибоактивирани частици с опасни последствия от това за хората, околната среда и устойчивото развитие.
9. Основните пътища за негативно въздействие на сгуропепелните отпадъци са: възможно разпръскване в атмосферния въздух; замърсяване на подземните води и източниците за водоснабдяване; замърсяване на почвите и чрез тях произведената селскостопанска и животинска продукция.
10. Видът и конструктивното изпълнение на сгуроотвалите(депата) е от съществено значение за тяхната стабилност, което изисква постоянна оценка на риска за околната среда и хората и надежден мониторинг.
11. Докато в световната практика само 2,2% от пепелите и сгуриите се съхраняват временно, с цел по-късното им оползотворяване и само 9,3% се депонират, то в нашата страна и специално в ТЕЦ Свилоза почти 100% се депонират и остават за последваща утилизация.
12. Депонирането заема значителни територии от екосистемите, които ще бъдат реално унищожени.

13. Депонирането е свързано с пропускането на съществени ползи от ефективното използване на пепелите и сгуриите като вторичен суровинен и енергиен ресурс.

2. Цел и задачи на дисертационната работа

Целта на настоящата дисертационна работа е да се охарактеризират отпадъците – пепели и сгурии, генерирани от ТЕЦ Свилоза и да се предложи екологосъобразен начин за тяхното управление. Целта на дисертационната работа се постига чрез изпълнението на следните задачи:

1. Анализ и оценка на производствения процес в ТЕЦ Свилоза и на основните параметри, влияещи върху качеството на генерираните отпадъци
2. Анализ на състоянието на сгуроотвалите на ТЕЦ Свилоза и на свойствата на депонираните количества сгуропепелни отпадъци
3. Охарактеризиране на генерираните от ТЕЦ Свилоза пепели и сгурии, съгласно изискванията на Българското законодателство и добрите европейски практики
4. Анализ на състоянието на самозалесилата се растителност на сгуроотвалите и видовото разнообразие
5. Определяне на насоките за екологосъобразно и икономически обосновано управление на генерираните пепели и сгурии

3. Методи на работа

3.1. Пробоотбиране

3.1.1. Пробоотбиране на пепели и сгурии

За извършване на пробоотбирането на производствен отпадък „сгурия“, и отпадък „пепели“ от непрекъснато действаща инсталация на „ТЕЦ –Свилоза“ АД с цел пълно охарактеризиране на отпадъка е разработена и следвана инструкция. Пробоотбирането е извършено в период от 10 седмици, като ежедневно са отбирани проби, които са осреднени до 10 средноседмични проби от пепели и 10 средноседмични проби от сгурии.

3.1.2. Пробонабиране от депонирания отпадък на сгуроотвалите

В едногодишен период от време периодично са отбирани проби от различни хоризонти и всички секции на сгуроотвала. На основа на резултатите от първото пробоотбиране са планирани възможностите за квартоване и намаляване на броя на пробите за анализ, съгласно общоприетата практика.

3.2. Методика и методи за анализи

Излугването на отпадъците(пепели, сгурии и сгуропепелина) е извършено при различна по рН течна среда и при различни тегловни съотношения на твърдия отпадък и течността. Пепелите и сгуриите са излужени при рН 4; 5.5. и 8 а сгуропепелината само при неутрално рН.

Използваните стандарти при анализа на пробите са както следва:

№	Стандарт	Основни изисквания за излугването
1.	БДС EN 12457-1 ⁽¹⁾	Едностепенно излугване на пепелите и сгурията при съотношение вода към твърдо вещество (L/S) 2 l/kg без намаляване на големината на частиците.
2.	БДС EN 12457-2	Едностепенно излугване на пепелите и сгурията при съотношение вода към твърдо вещество (L/S) 10 l/kg без намаляване на големината на частиците.
4.	CEN/TS 14429 ⁽⁵⁾	Едностепенно излугване на пепелите и сгурията при съотношение течност към твърдо вещество (L/S) 2 l/kg без намаляване на големината на частиците при рН на течната среда рН = 4 и рН = 8. Киселият или алкален характер на водата Рн на водата се постига чрез добавяне на сярна киселина или калциев хидрооксид

За определяне на фазовото разпределение на кристалните фази е прилаган методът на праховата рентгенова спектроскопия. Термичната стабилност и протичането на процеси при термичното третиране на пепелите са изследвани по дериватографския метод.

Отбраните проби от депонираните сгуроотвалите отпадък са предварително въздушно изсушавани до достигане на равновесната влажност и едва след това подлагани на водно излугване за извличане на подвижните форми на 16 елемента при разреждане на 1 грам проба в 50 мл вода и в съотношение 2:1, а тоталното съдържание на силиций и титан е определяно след алкално стапяне и киселинно разтваряне.

3.3. Методи за анализ на структурните и химични промени, които настъпват в отпадъка

В процеса на наблюдение и анализи на депонираните сгуропепелните отпадъци в различните сезони в различен период на тяхното съхранение са използвани различни методи. За оценка на промените в размера на частиците е използван ситов анализ с набор от сита с различни размери на отворите. По тегловния метод е определяна водопоглъщаемостта на отпадъците, а коефициентът на филтрация е определян по стандартния метод с пропиване през слой от отпадъка в колона с диаметър 50 мм и височина 650 мм. Коефициентът на самоуплътняване на временно съхраняваните отпадъци е определян с измерване на място на нивото на повърхностния слой.

За определяне на промените във фазовия състав е използвана рентгеноструктурна спектроскопия, а за определяне на съдържанието на отделните елементи от различни нива на хоризонтите – атомно-абсорбционна спектроскопия и спектроскопскопския метод с индуктивно свързана плазма.

Рентгеноструктурният анализ е извършен с помощта на апарат на „Сименс – система D-500“ с компютърно управление, медно-монохроматизирано лъчение с прилагане на автоматично променлива входяща бленда. Диагностиката на фазите при качествения анализ е извършена с помощта на програмен продукт „Дифрак 11“. Количествените определения са направени по метода на Петер и Калман с предварително установени калибрационни коефициенти за отделните минерални фази. Термичните изследвания (ДТА) са проведени на дериватограф Q-1500-D.

3.4. Методи за изследване на растежа на растителните видове, използвани за залесяване и/или самозалесили се на сгуроотвалите

След анализите на физичните и химичните свойства на сгуропепелината от разновъзрастни насипи от ТЕЦ «Свилоза» АД и за изпитване на биологичните възможности на субстратите от по-старите секции на сгуроотвала през 2008 год. са направени стъблени анализи за характеризиране на растежа по височина и дебелина на 12 – 13 годишни дървета от акация от сукцесионни растителни съобщества върху 3 – та секция. За определяне на растежа на самозалесилите се дървесни видове е приложен стъблен анализ.

3.5. Методи за еколого-икономически анализ на биологичната рекултивация на изследваните депа за отпадъци.

За извършване на еколого-икономическия анализ е извършено наблюдение на развитието на биомасата на определени участъци от отделните секции на сгуроотвала. Определен е флористичния състав на растителността върху сгуроотвалите и са определени животинските видове, които обитават територията. Използвания метод е чрез посещение на място да се отчете видовия състав на растителността и животинския свят.

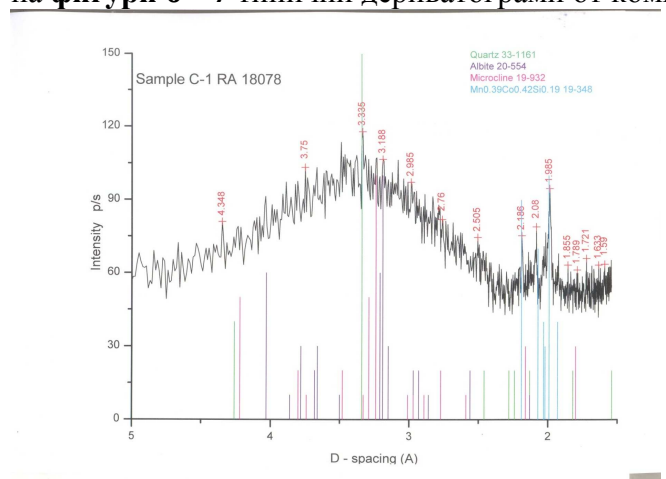
4. Охарактеризиране на сгуро-пепелните отпадъци на ТЕЦ Свилоза

4.1. Сгурия

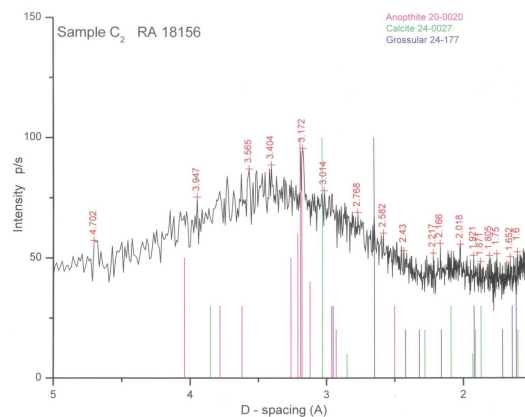
4.1.1. Химични и физикохимичен анализ на сгуриите

Физикохимичните свойства на сгуриите са изследвани чрез рентгенофазов и дериватографски анализ. Анализът е направен с цел да се установят фазовия състав на сгуриите, протичащото превръщане и термо ефектите при нагряване до 1000⁰С.

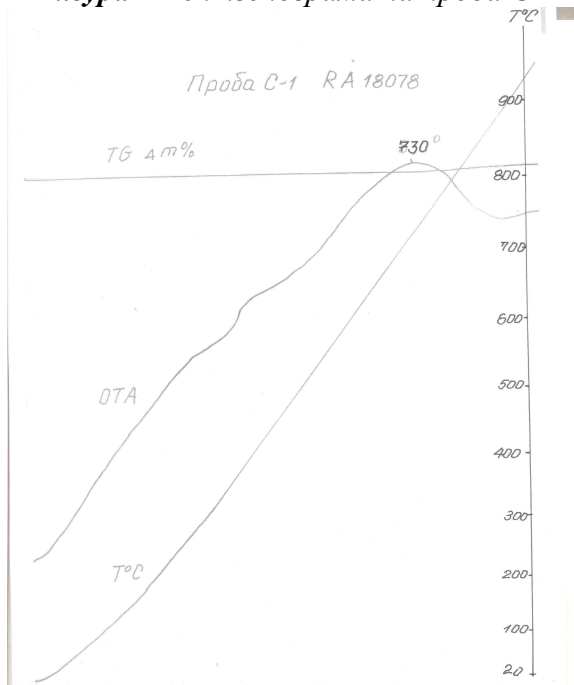
На **фигурите 4 – 5** са представени типични рентгенограми от изследваните сгурии, а на **фигури 6 – 7** типични дериватограми от комплексен термичен анализ на сгурии.



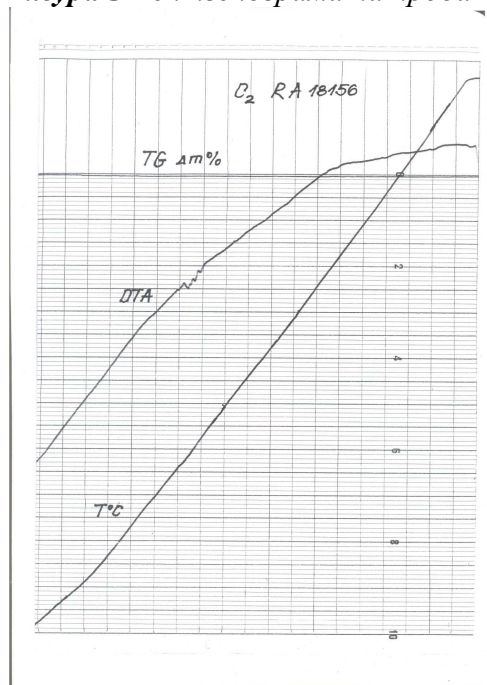
Фигура 4 Рентгенограма на проба С-1



Фигура 5 Рентгенограма на проба С-2



Фигура 6 Дериватограма на проба С-1



Фигура 7 Дериватограма на проба С-2

Както се вижда от направения рентгенофазов анализ пробите от сгуриятa са основно в рентгеноаморфна форма и дифракционни рефлексии се регистрират само в някои от пробите. Дифракционните рефлексии дефинират основно недобре израстналите кристалитни формирования на кварца и диалуминиевия триоксид.

На дериватограмите не са регистрирани топлинни или масови загуби, екзо и ендо ефекти, което е логично тъй като сгуриите са получени при температури над 1200⁰С.

Направен е елементарен анализ за определяне на общото съдържание на тежки метали и неизгорял въглерод в сгуриите. Изборът на елементи за анализ е направен в съответствие с изискванията на Наредба 8 и някои други елементи. Целта е да може да се направи сравнение между общото съдържание на даден елемент и количеството от него, което преминава в течната фаза, при излугване.

Също така е проведено изследване на физикохимичните свойства(геотехнически показатели) на сгуриите, с цел доказване на възможностите за оползотворяването им в строителството като инертен материал.

4.1.2. Химичен анализ на елуатите (водните извлеци) от излугване на сгуриите

В **таблици 4 – 6** са представени резултатите от изпитване на пробите от сгурии, след излугване в съотношение 1:2, при различно рН, съответно 5.5, 4 и 8. Получените елуати са анализирани по параметрите, посочени в Таблица 2 от Приложение 1 към наредба 8. Тези анализи имат за цел да се установи мобилността на контролираните с нормативните документи токсични елементи. Също така са направени анализи и за съдържанието на К, Са, Mg, Na. Целта на тези допълнителни анализи е да се установи капацитета на отпадъка да бъде използван като подобрител за почвите при доказване на неговата нетоксичност.

Таблица 4 Анализ на сгурии след излугване, съгласно изискванията посочени в Таблица 2 на Приложение 1 към Наредба 8, в съотношение течно:твърдо 2:1 и рН 5.5

Показатели	Гранична стойност, съгл Нар. 2 L/S = 2 l/kg mg/kg сухо вещество	Проба №				
		С-1	С-3	С-5	С-7	С-9
рН		7,18	7,20	7,05	7,08	6,73
		Съдържание (mg/kg)				
As	0,10	<0,02	0,08	0,22	<0,02	0,18
Ba	7,00	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Cd	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cr общ	0,20	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Cu	0,90	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hg	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Mo	0,30	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Ni	0,20	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Pb	0,20	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Sb	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Se	0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06

Zn	2,00	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Хлориди	550,00	14	18	20	14	14
Флуориди	4,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Сулфати	560	60,00	20,00	40,00	20,00	304,00
Фенолен индекс	0,50					
Разтворим органичен въглерод -POB/DOC	240,00	3,80	5,20	5,80	4,60	12,00
Общо разтворими твърди вещества OPTB/TDS	2500,00	168,00	86,00	112,00	74,00	342,00
K		2,40	4,40	3,40	4,60	2,00
Ca		32,00	15,60	22,80	8,40	79,60
Mg		2,80	1,20	2,00	1,60	6,60
Na		4,00	1,60	2,40	5,80	5,00

Таблица 5 Анализ на сгурии след излугване, съгласно изискванията посочени в Таблица 2 на Приложение 1 към Наредба 8, в съотношение течено:твърдо 2:1 и pH 4

Показатели	Гранична стойност, съгл Нар. 2 L/S = 2 l/kg mg/kg сухо вещество	Проба №				
		C-1	C-3	C-5	C-7	C-9
pH		7,58	7,54	7,27	7,42	7,16
Съдържание (mg/kg)						
As	0,10	0,04	0,04	<0,02	<0,02	0,14
Ba	7,00	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Cd	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cr общ	0,20	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Cu	0,90	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hg	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Mo	0,30	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Ni	0,20	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Pb	0,20	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Sb	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Se	0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Zn	2,00	<0,04	<0,040	<0,04	<0,04	0,08
Хлориди	550,00	<10	<10	<10	<10	<10
Флуориди	4,00	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Сулфати	560	36,00	12,00	42,00	6,00	234,00
Фенолен индекс	0,50					
Разтворим органичен въглерод - POB/DOC	240,00	7,60	8,80	6,60	4,20	7,2

Общо разтворими твърди вещества - ОРТВ/TDS	2500,00	142,00	100,00	154,00	62,00	356,00
K		3.8	2.2	2.4	1.4	2.6
Ca		23.8	16.6	28.8	8	85.8
Mg		2.2	1.4	2.6	1.2	5.8
Na		4.4	2.2	3.2	1.8	3.2

Таблица 6 Анализ на сгурии след излугване, съгласно изискванията посочени в Таблица 2 на Приложение 1 към Наредба 8, в съотношение течно:твърдо 2:1 и pH 8

Показатели	Гранична стойност, съгл Нар. 2 L/S = 2 l/kg mg/kg сухо вещество	Проба №				
		C-1	C-3	C-5	C-7	C-9
pH		7,27	7,31	7,16	7,25	6,90
Съдържание (mg/kg)						
As	0,10	<0,02	0,02	0,06	<0,02	0,24
Ba	7,00	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Cd	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cr общ	0,20	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Cu	0,90	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040
Hg	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Mo	0,30	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,10
Ni	0,20	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Pb	0,20	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Sb	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Se	0,06	<0,060	0,060	<0,060	<0,060	<0,060
Zn	2,00	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Хлориди	550,00	<10	<10	<10	<10	<10
Флуориди	4,00	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Сулфати	560	24,00	18,00	30,00	6,00	336,00
Фенолен индекс	0,50					
Разтворим органичен въглерод -POB/DOC	240,00	4,80	6,00	3,20	3,60	3,60
Общо разтворими твърди вещества -ОРТВ/TDS	2500,00	148,00	114,00	148,00	86,00	500,00
K		3	2.2	1.4	1	3.8
Ca		26.8	21.6	30.8	14.6	122.6
Mg		2.2	1.4	1.8	1.4	9.2
Na		3.4	1.2	1.6	1.6	5.6

4.1.3. Дискусия върху резултатите

От извършените анализи се установява, че генерираните сгурии се характеризират със сравнително ниско общо съдържание (в твърдата фаза, без излугване) на токсичните елементи. Общото съдържание на тежки метали е под граничните стойности посочени в Наредба 3 за класификация на отпадъците и следователно те не могат да се класифицират като опасни. Много ниско е и съдържанието на неизгорял въглерод от въглищата. Сравнително по-високо е съдържанието на сяра и барий, които са под формата на барит. Част от сярата е свързана и в пиротинови структури на желязото и калциев сулфат – анхидрит.

Независимо от времето на пробоотбиране резултатите от физикохимичните анализи добре колерират и потвърждават някои общи свойства на генерираните сгурии от ТЕЦ „Свилоза“, които очевидно са следствие на началния състав на използваните въглища и високите температури /около 1350⁰С/ на третиране в печните агрегати. Тези характерни свойства се определят и от прилаганото шоково охлаждане на втечнената сгурия на изход от печния агрегат, съпроводена и с натрошаване и бързо хидратиране на част от компонентите на сгурията. Характерните особености и специфични свойства на сгурията от ТЕЦ „Свилоза-АД“ могат да се резюмират в следните аспекти:

- резултатите от рентгенофазовия анализ потвърждават, че голяма част от масата на сгурията е в рентгеноаморфна форма и само част от кварцовите образувания и някои метални шпинели представляват кристалните фази в сгурията, които са с много малки размери на кристалитите;
- в резултат на бързото охлаждане и хидратиране на част от компонентите на сгурията започва процес на саморазрушаване на получените агломерати, отделяни на изхода от печния агрегат т.е. сгуриите могат да се класифицират като саморазпрашаващи се твърди отпадъци, които в процеса на съхранение постепенно намаляват размера на частиците си;
- при продължително съхранение и хидратиране на сгуриите същите се превръщат в зърнести отпадъци с размери на частиците под 1 mm, които постепенно се уплътняват и повишават обемното си тегло;
- в резултат на хидратационните процеси сгуриите проявяват и свързващи свойства, което е съпроводено с агломерация и уплътнение в хомогенна маса с повишена монолитност на повърхностния слой, предотвратяващ възможността за ветрово пренасяне на частиците на сгурията и настъпване на прахово зъмърсяване на района на сгуроотвала;
- постепенното самоуплътняване на депонираните сгуропепелни отпадъци и устойчивостта на депонираните количества от сгуропепелина в отделните секции на сгуроотвала на ТЕЦ „Свилоза“ потвърждава протичането на хидратационните процеси и настъпващото повърхностно свързване на частиците на отпадъците в агломерати;
- дериватографските изследвания показват, че отпадъкът от сгурия е термично стабилен в изследвания температурен интервал 20-1000⁰С и в този температурен интервал не са регистрирани никакви фазови преходи или термични ефекти;
- в изследвания температурен интервал до 1000⁰С пробите от сгурия на ТЕЦ „Свилоза“ не генерират никакви газообразни или течни емисии, което потвърждава пълната дехидратация на компонентите на сгурията по време на третирането в печния агрегат и отсъствието на бърза хидратация на втечнената сгурия по време на охлаждането на изход от печния агрегат; очевидно хидратационните и свързващи процеси в компонентите на сгурията, включително и агломерацията настъпват на по-късен етап в процеса на временно съхранение на сгуропепелината.

От представените резултати от излугването е видно, че независимо от рН на излугващия реагент получените резултати за съдържание на тежки метали /ТМ/ в елуата не се различават съществено. Регистрираните флуктуации в съдържанието за повечето от

анализираните елементи са много малки и само за няколко от тях, при които съдържанията са много ниски отклоненията са по-големи.

Превъзходение на граничните стойности за приемане на отпадъци на депа за инертни отпадъци, съгласно Приложение 1 на Наредба 8 се наблюдава в някои проби по отношение на арсен.

По отношение на елементите, които не са включени в приложение 1 на Наредба 8, а именно натрий, калий, магнезий и калций като алкални и хранителни елементи се установява, че единствено съдържанието на калий в елуатите е по-чувствително към създаването на рН на течната фаза, докато при останалите три елемента не е така. Както е логично да се очаква извличането на калия в елуата е по-силно изразено в кисела среда. Тъй като от анализите на течната фаза при хидротранспорта на отпадъците в ТЕЦ „Свилоза“ АД винаги е алкална в практиката съдържанието на тези хранителни елементи в течната фаза ще бъде постоянно, създавайки благоприятна среда за подхранване и развитие на растителната биомаса в депонираните сгурии.

Наличието на тези елементи, както и на съдържащите се в пепелите по-високи съдържания на мобилни сулфатни йони и на молибдена са основна причина за бързото развитие на растителните видове върху временно съхраняваната сгуропепелина в отделни секции на сгуроотвала.

4.1.4. Изводи

На база на извършените пробоотбирания и изследвания на сгуриите от ТЕЦ „Свилоза“ могат да се направят следните по-съществени изводи:

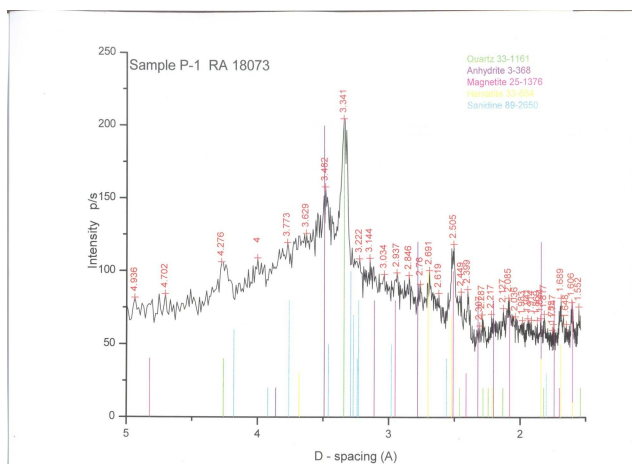
- Съгласно изискванията на Наредба 8 за депониране на отпадъци на депа за инертни отпадъци, генерираните от ТЕЦ Свилоза сгурии превъзходат граничните стойности по показател арсен в 4 от общо 15 изследвани проби, но те са на порядък по-ниски от тези фиксирани в таблица 4 на Наредба 8, характерни за неопасните зърнести отпадъци;
- Поради високите температури в пещните агрегати и бързото охлаждане на излизания от пещния агрегат течен остатък, сгуриите се характеризират с високо съдържание на рентгеноаморфни остъквени частици, които в процеса на оводняване и престояване бавно се саморазпрашават; в тези условия както арсена така и други тежки метали остават в имобилизирана форма и не могат да оказват съществено негативно въздействие върху околната среда и здравето на хората;

4.2. Пепели

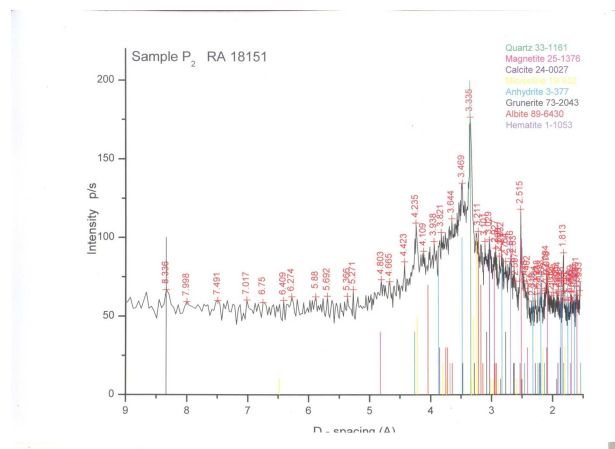
4.2.1. Химичен и физикохимичен анализ на пепелите

Анализа е направен с цел да се установят фазовия състав на пепелите и потенциалните термични ефекти.

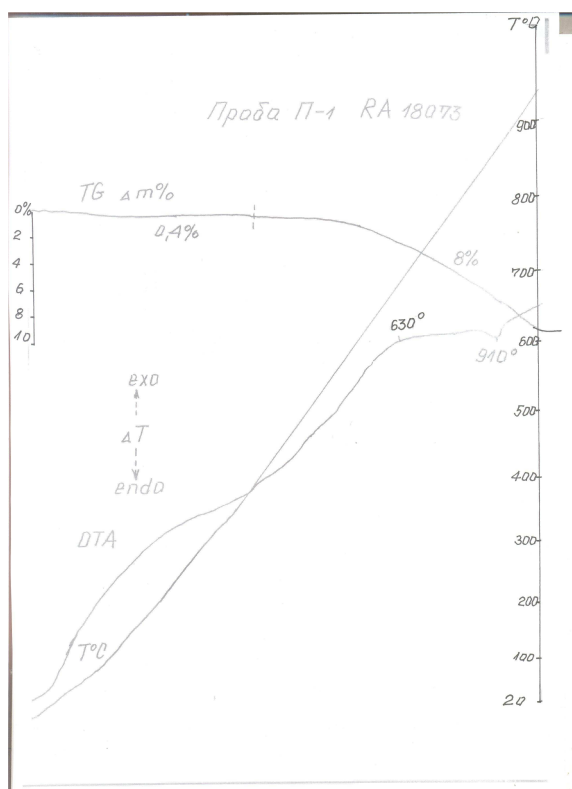
На **фигурите 8 – 9** са представени типични рентгенограми, а на **фигури 10 – 11** типични дериватограми от комплексния физикохимичен анализ на пепелите.



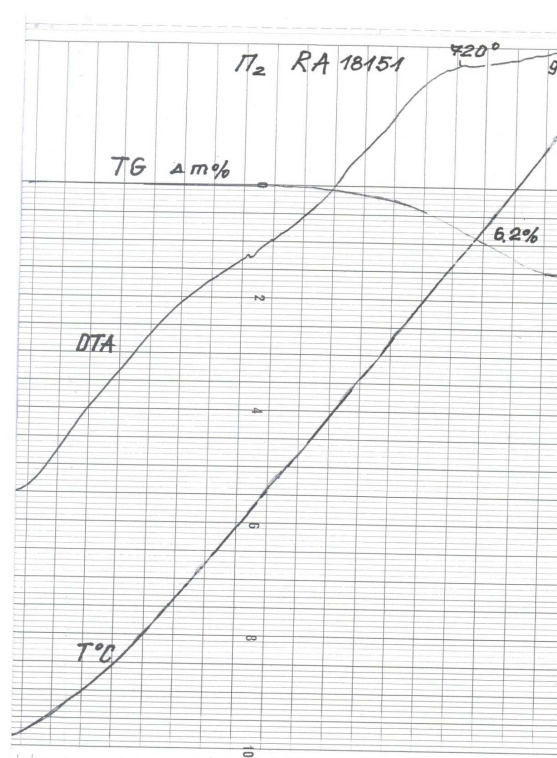
Фигура 8 Рентгенограма на проба П-1



Фигура 9 Рентгенограма на проба П-2



Фигура 10 Дериватограма на проба П-1



Фигура 11 Дериватограма на проба П-2

Направен е елементарен анализ за определяне на общото съдържание на тежки метали и неизгорял въглерод в пепелите. Резултатите са представени в **таблица 7**. Изборът на елементи за анализ е направен в съответствие с изискванията на Наредба 8. Целта е да може да се направи сравнение между общото съдържание на даден елемент и количеството от него, което преминава в течната фаза, при излугване

Таблица 7 Анализ на пепели след алкална стопилка и разлагане със смес от киселини

Показатели	Проба №				
	П-1	П-3	П-5	П-7	П-9
	Съдържание (mg/kg)				
Ba	685	672	768	720	746
S	5253	3335	11929	8585	11572
As	147,9	143,0	160,0	143,1	153,3
Cd	0,7	0,6	0,6	0,8	0,5
Cr	126,7	129,7	137,3	136,7	131,5
Cu	91,7	97,1	106,2	96,6	96,6
Hg	<1	<1	<1	<1	<1
Mo	20,3	19,2	18,5	18,9	18,9
Ni	34,0	34,9	34,6	34,9	30,1
Pb	29,0	28,8	28,8	27,3	21,6
Sb	<10	<10	<10	<10	<10
Se	<10	<10	<10	<10	<10
Zn	52,8	45,0	39,1	40,1	37,9
Съдържание %					
Общ С	10,88	10,90	8,40	9,68	8,95

Също така е проведено изследване на физикохимичните свойства на пепелите, с цел доказване на възможностите за оползотворяването им в строителството. Изследването обхваща водопоглъщаемост, насипно тегло, изтриваемост и гранулометричен състав на пепелите /П-проби/.

4.2.2. Химичен анализ на елуатите (извлеките) от излугване на пепелите

В **таблицы 8-10** са представени резултатите от изпитване на пробите от пепели, след излугване в съотношение 1:2, при различно рН, съответно 5.5, 4 и 8.

Получените елуати са анализирани по параметрите, посочени в Таблица 2 от Приложение 1 към Наредба 8. Тези анализи имат за цел да се установи мобилността на контролираните с нормативните документи токсични елементи. Също така са направени анализи и за съдържанието на К, Са, Mg, Na. Целта на тези допълнителни анализи е да се установи капацитета на отпадъка да бъде използван като подобрител за почвите при доказване на неговата нетоксичност. От получените резултати се установява нивото на извличане на токсичните елементи и тяхното разпределение в течната и твърдата фаза при избраните условия за третиране.

Таблица 8 Анализ на пепели след излугване, съгласно изискванията посочени в Таблица 2 на Приложение 1 към Наредба 8, в съотношение течно:твърдо 2:1 и рН 5.5

Показатели	Гранична стойност, съгл. Нар. 8	Проба №				
		П-1	П-3	П-5	П-7	П-9
pH		12,51	12,30	12,40	12,41	12,38
Съдържание (mg/kg)						
As	0,10	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	0,02
Ba	7,00	0,46	0,86	0,34	0,52	0,36
Cd	0,03	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01

Cr общ	0,20	1,28	0,42	0,52	1,50	0,40
Cu	0,90	<0,04	<0,04	0,04	<0,04	<0,04
Hg	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Mo	0,30	4,3	3,6	4,44	3,76	3,94
Ni	0,20	<0,04	<0,04	0,04	<0,04	<0,04
Pb	0,20	<0,10	0,14	<0,10	<0,10	<0,10
Sb	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Se	0,06	<0,060	<0,060	<0,060	0,060	<0,060
Zn	2,00	<0,040	<0,040	<0,040	0,040	<0,040
Хлориди	550,00	14	14	10	10	10
Флуориди	4,00	1	1	2	1	1
Сульфати	560	3940	3036	6438	5730	6684
Разтворим органичен въглерод - POB/DOC	240,00	15	12	13	19	13
Общо разтворими твърди вещества - OPTB/TDS	2500,00	7862	8240	9534	9590	9548
K		190.2	140	180.8	197.8	171.4
Ca		1775	1975	2316.8	2283.2	2340.8
Mg		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Na		182.4	142	155.8	163.2	144.6

Таблица 9 Анализ на пепели след излугване, съгласно изискванията посочени в Таблица 2 на Приложение 1 към Наредба 8, в съотношение течност:твърдо 2:1 и рН 4

Показатели	Гранична стойност, съгл. Нар. 8	Проба №				
		П-1	П-3	П-5	П-7	П-9
pH		12,55	12,56	12,50	12,55	12,54
		Съдържание (mg/kg)				
As	0,10	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Ba	7,00	0,640	1,140	0,660	0,440	0,500
Cd	0,03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cr общ	0,20	0,840	0,260	0,160	1,000	0,160
Cu	0,90	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040
Hg	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Mo	0,30	3,72	2,420	2,640	2,740	2,060
Ni	0,20	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040
Pb	0,20	<0,100	0,140	<0,100	<0,100	<0,100
Sb	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Se	0,06	<0,060	<0,060	<0,060	0,060	<0,060
Zn	2,00	<0,040	<0,040	<0,040	0,040	<0,040

Хлориди	550,00	<10	<10	<10	<10	<10
Флуориди	4,00	1,4	<1	1,4	<1	1,6
Сулфати	560	2124	1230	3066	2766	2790
Разтворим органичен въглерод -POB/DOC	240	18,6	12,8	18,2	21,0	15,0
Общо разтворими твърди вещества -OPTB/TDS	2500	7640	6848	7960	7382	6326
K		169.6	136.4	153	181.2	126.2
Ca		1786.4	1584	1976.8	1775.2	1598.6
Mg		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Na		147.8	114.8	107.2	128.6	78.2

Таблица 10 Анализ на пепели след излугване, съгласно изискванията посочени в Таблица 2 на Приложение 1 към Наредба 8, в съотношение течно:твърдо 2:1 и рН 8

Показатели	Гранична стойност, съгл. Нар. 8	Проба №				
		П-1	П-3	П-5	П-7	П-9
рН		12,58	12,62	12,59	12,61	12,54
		Съдържание (mg/kg)				
As	0,10	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Ba	7,00	0,640	1,160	0,380	0,600	0,520
Cd	0,03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cr общ	0,20	1,260	0,420	0,400	1,740	0,260
Cu	0,90	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040
Hg	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Mo	0,30	4,64	3,12	3,86	4,34	3,20
Ni	0,20	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Pb	0,20	<0,10	0,14	<0,10	<0,10	<0,10
Sb	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Se	0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,06	<0,06
Zn	2,00	0,04	<0,04	<0,04	0,04	<0,04
Хлориди	550,00	<10	<10	<10	<10	<10
Флуориди	4,00	1,20	1,80	1,80	1,80	2,00
Сулфати	560	2826,00	1722,00	3832,00	3612,00	3054,00
Разтворим органичен въглерод -POB/DOC	240	17,60	15,20	17,200	20,2	15,0
Общо разтворими твърди вещества - OPTB/TDS	2500	9830,0	8418,0	10036,0	10294,0	7966,0
K		229	158.6	189.8	261.8	180.6

Показатели	Гранична стойност, съгл. Нар. 8	Проба №				
		П-1	П-3	П-5	П-7	П-9
Ca		2223.4	1959.2	2479.4	2435.8	1932.2
Mg		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Na		217.4	148.6	149	197.8	138.2

4.2.3. Дискусия върху резултатите

Физикохимичните изследвания показват, че основни кристални фази в пепелите са кварца, алумосиликатите и хеметитовите и магнетитови форми на желязото. В пепелите се регистрира и неоокислен пирит и анхидритни форми на калциевия сулфат, а така също малки количества от калциев карбонат. До температури 570-590⁰С пепелите са термично стабилни, след което в температурния интервал 570-1000⁰С се регистрират тегловни загуби от 7 до 10%, съответстващи на окислението на остатъчния въглерод, пирита и декарбонизацията на остатъчния карбонат. Високата термична стабилност на пепелите и екзотермичните окислителни процеси след 570⁰С потвърждава възможностите за използване на пепелите в строителството за производството на различни композитни строителни изделия, особено в керамичното и циментовото производство, където ще подобряват и топлинния баланс на отделните технологии.

От резултатите от анализите на общото съдържание(в твърдата фаза, без излугване) на някои елементи в пепелите се вижда, че най-високо от тези елементи е съдържанието на въглерод. Това определя и практическата целесъобразност този тип отпадък да се използва в керамичното и циментово производство, при което пепелите ще допринасят за понижаване на енергийните разходи в съответните производства. Общото съдържание на тежки метали е под граничните стойности посочени в Наредба 3 за класификация на отпадъците и следователно те не могат да се класифицират като опасни. По-високото съдържание на барий и сяра също не е обезпокоително тъй като и двата елемента са блокирани основно в трудноразтворими съединения от бариеви и калциеви сулфати.

Всички проби от пепелите се характеризират с алкална реакция и това естествено води до по-висока степен на извличане на йоните, особено в кисела среда. От катионно разтворените елементи с най-високо съдържание са калия, натрия и калция, докато от анионните групи това са сулфатите. Доминиращото разпределение на калция и сулфатите в течната фаза е доказателство за създаване на добра буферна среда, която е подходяща и за регулираното разпределение на другите хранителни елементи – калий, натрий, калций, магнезий, сяра, молибден, селен и други. По този начин могат да се обяснят и активното и бързо развитие на растителността, както на границата на депонираните водни суспензии от сгуропепелина, така и върху депонираните и временно съхранявани количества от сгуропепелината в отделните секции на сгуроотвала.

От представените данни е видно, че независимо от рН на излугващия реагент получените резултати за съдържани на тежки метали в елуата са почти еднакви с изключение на съдържанието на общ хром, която е по-ниска в елуата при по-ниско рН на излугващия реагент. Флуктоациите в съдържанията на елементите в елуатите при различни рН на средата е характерна за такъв тип отпадъци, където преминаването на частиците в газовата фаза зависи от много технологични фактори и не е възможно поддържането на едно и също ниво на разпределение на отделните елементи. Използваните понастоящем нормативно определени условия за извършване на излугването също не позволяват да се постигне стабилно еднакво ниво. Независимо от това получените резултати потвърждават, че съдържанието на най-опасните за здравето на хората и околната среда елементи като арсен,

живак и кадмий е много ниско и под границите на откриваемост със съвременните техники за анализ. По отношение на концентрацията на общ Сг, Мо, Сулфати и общо разтворими твърди вещества е нарушена граничната стойност за отпадъци, депонирани на депа за инертни отпадъци, съгласно изискванията на Наредба 8.

4.3. Изводи

1. Получените резултати от разделното излугване на пепели и сгурии от ТЕЦ „Свилоза АД“, както и предходни изследвания върху съдържанието на разтворимите мобилни форми в елуати (при рН 4 и рН 8) от пепели и сгурии, съгласно изискванията на Приложение 1 на Наредба 8 показват, че пепелите и сгуриите отговарят на критериите за гранични стойности за депониране на депа за инертни отпадъци с изключение на показателите хром, молибден, сулфати и ОРТВ за пепелите и арсен за сгуриите, но съдържанията на тези компоненти са много по-ниски от граничните стойности за неопасни зърнести отпадъци /таблица 4 от наредба 8/.
2. По отношение на съдържанието на вредни вещества в пепелите единствено хромът води до загриженост за потенциално увреждане на компонентите на околната среда, тъй като съгласно изискванията на Наредба 8 той се определя като общ хром, стойностите на който превишават граничните такива. На базата обаче на резултатите от ренгенофазовия анализ и ДТА се доказва, че хромът в сгуриите и пепелите е блокиран в съединения, където хромът е от трета валентност, което изключва потенциалния риск за околната среда.
3. По отношение на молибден, сулфати и ОРТВ в установените съдържания те не биха повлияли отрицателно върху компонентите на околната среда в определените в елуатите на пепелите и сгуриите количества.
4. По отношение на сгуриите по-високи, но близки до граничните стойности е установено единствено по показател арсен при 4 от 15 пробоотбирания. Като три от тях са в една и съща проба при различно рН. В други проби съдържанието на арсен е под границата на откриваемост. Може да се заключи, че констатираното превишение е инцидентно. Както бе отбелязано по-горе, а така също от предходни изследвания и анализа при тези ниски съдържания дори и при съвременните техники използвани в акредитираните лаборатории не може да се отрече възможността за флуктуации определени от взаимното пречене на йоните при сложните матрици, а така също и проблеми свързани с дисперсията на точността на определяне при тези ниски концентрации.
5. На базата на тези констатации може да се направи извода, че съхранението на пепелите и сгуриите, генерирани от ТЕЦ Свилоза може да става на депа за инертни отпадъци
6. Получените резултати за арсен, хром, молибден, сулфати и ОРТВ в елуатите на пепели и сгурии показват, че тези елементи и съединенията им могат да надвишават нормативните изисквания, строго регламентиращи избора на вида на депата и на вида на депонирането. Вероятно ще се наложи избор на одходящ метод за третиране с цел тяхното стабилизиране, което ще позволи депонирането им на депа за инертни отпадъци.

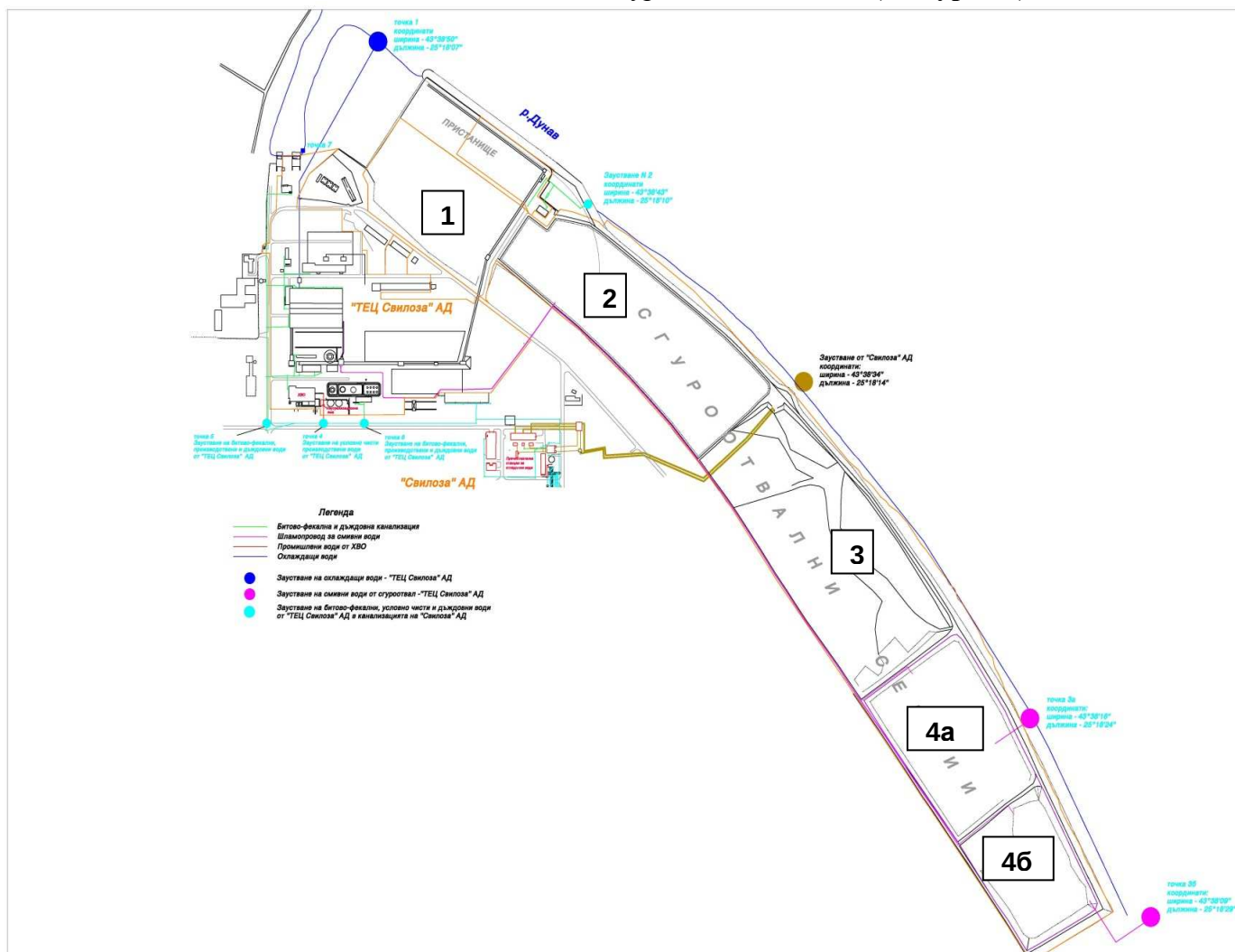
5. Охарактеризиране на депата (сгуроотвалите) на ТЕЦ Свилоза– състояние, количествена и качествена оценка, проблеми за околната среда, необходимост от привеждане в съответствие с екологичното законодателство

5.1 Обща характеристика на района

5.1.1. Местоположение на сгуроотвалите и количества депонирани отпадъци

Разположението на секциите на сгуроотвала на ТЕЦ Свилоза е успоредно на река Дунав между пристанището и след него бреговата ивица и производствените инсталации на “ТЕЦ Свилоза” и на холдинговата структура “Свилоза”. На площадката на ТЕЦ “Свилоза” се генерират годишно около 55 000 тона твърди отпадъци - сгурия и пепелина под формата на водна суспензия, от която след избистряне се отделят водите за заустване директно в река Дунав в количество около 6.1.10 6 м3/годишно. Съгласно Наредба 3/01.04.2004 г. (ДВ брой 44/2004 г.) те са класифицирани, с кодове съответно 10.01.01 и 10.01.02.

Общата заемана площ от всички секции на сгуроотвала е 369 дка(Фигура 12).



Фигура 12 Генплан на разположението на сгуроотвалите на производствената площадка на ТЕЦ Свилоза

5.1.2. Климатична характеристика на района

Според класификационната схема на Събев и Станев, територията на ТЕЦ „Свилоза” АД се намира в Европейско-континенталната климатична област – Умерено-континенталната климатична подобласт и обхваща един климатичен район - Северния климатичен район на Дунавската хълмиста равнина.

Вегетационният период е около 6-7 месеца. Резкият контраст между зимните и летните температурни условия и режимът на валежите характеризират климата в този район като подчертано континентален.

5.1.3. Геолого-литоложки и хидрогеоложки условия на сгуроотвала

Площадката на сгуроотвала е разположена в съвременната дунавска тераса, достигаща крайдунавската дига на река Дунав с коти на естествения откос от 1.36 до 21.470 (средно 20.650). Докватернерната основа в района на гр. Свищов се изгражда предимно от дебелослойни сивосинкави мергели и мергелни глинени с горен хоризонт от сиви и жълторъждиви варовити пясъчници и слабо споени пясъци в алтернация. В територията на площадката на сгуроотвала седиментите от долния глинест слой са подложка на алувиалните отлагания в източната част на Свищовско-Беленската низина. Седиментите от горния хоризонт представляват пясъчен комплекс, в най-горните части на който са установяват прослойки от мергели. Същите изграждат високия склон, ограждащ Свищовско – Беленската низина от юг между село Татаре и град Свищов.

5.1.4. Характеристика на почвите в района

Почвите в района на изследвания обект са в агроекологичния район на черноземите. Основните почвени типове са карбонатни, излужени и ливадни черноземи и алувиално- (делувиално-) ливадни. Във връзка с механичния състав и плътността черноземите са характеризирани като леко пясъчливо-глинести до тежко пясъчливо-глинести с текстурен коефициент от 2 до 1,3. Алувиалните почви са пясъкливи и пясъчливо глинести в зависимост от характера на наносния материал.

5.1.5. Характеристика на растителността в района

В съответствие с геоботаническото райониране на България (Бондев, 1997), проучваната територия на пристанищен терминал Свищов се отнася към Крайдунавски окръг от Долнодунавската провинция на Евроазиатската степна и лесостепна област, а съгласно горскорастителното райониране на България (Павлов, 1998), изследвана територия се включва в Крайдунавския район на Умерено-континенталната Севернобългарска равнинно-хълмиста горскорастителна провинция.

5.2 Охарактеризиране на депата на ТЕЦ Свилоза

5.2.1 Охарактеризиране на депонираните на сгуроотвала на ТЕЦ Свилоза отпадък от сгури и пепели

През 2007 година, беше извършено основното охарактеризиране на депонираните отпадък, като периодично са отбирани проби от различни хоризонти на четирите секции на сгуроотвала.

Съдържанията на някои хранителни елементи в пробите от сгуропепелина са представени в **Таблица 11**. Сравнителни данни за средно съдържание на мобилните форми на елементи в най-горния хоризонт (0-30cm средна проба) на секции 1 - 4 и общото съдържание на същите елементи в листната маса на растителните видове са представени в **таблица 12**.

Таблица 11 Съдържание на някои хранителни елементи във водни елуати от проби на сгуроотвала на “ТЕЦ Свилоза” АД /пробоотбиране 28.02.2007/

№	Секция	Дълбочина cm	P mg/kg	K %	S mg/kg	Ca %	Mg %	Na %	Cu mg/kg	Zn Mg/kg	Fe %
1	1	0-30	562.4	0.638	641	0.889	0.293	0.297	61.6	69.4	3.582
2	1	0-30	492.9	0.358	521	0.768	0.217	0.167	44.5	39.9	2.859
3	1	3-60	544.8	0.695	593	1.184	0.351	0.289	61.6	70.4	3.883
4	1	60-120	496.8	0.520	519	1.203	0.331	0.212	59.1	59.6	3.969
5	1	0-30	472.6	0.489	471	1.103	0.305	0.201	51.3	59.2	4.399
6	2	0-30	590.9	0.502	666	1.432	0.324	0.208	56.4	70.9	3.949
7	2	0-30	564.8	0.452	808	1.204	0.289	0.205	58.2	64.9	4.086
8	2	30-60	496.5	0.425	834	1.009	0.267	0.203	49.7	59.0	4.098
9	2	60-120	704.0	0.259	777	1.132	0.212	0.161	48.4	64.9	3.394
10	2	0-30	469.8	0.413	689	1.069	0.296	0.170	41.0	52.8	3.895
11	3	0-30	327.8	0.333	342	0.984	0.276	0.158	17.9	35.0	2.942
12	3	0-30	526.8	0.252	405	0.737	0.264	0.167	23.1	53.5	3.506
13	3	30-60	369.9	0.342	511	1.029	0.282	0.163	19.2	41.8	3.286
14	3	60-120	640.4	0.327	457	0.861	0.278	0.205	29.8	69.9	3.567
15	3	0-30	287.6	0.328	350	1.312	0.282	0.161	28.2	36.5	3.387
16	4а	0-30	744.5	0.278	1009	1.826	0.318	0.138	51.8	51.6	5.205
17	4б	0-30	740.2	0.415	3751	1.557	0.249	0.192	64.2	66.3	3.579

Представените данни в **Таблица 11** показват, че независимо от хетерогенността на всяка почвена система еднометровият слой в различните секции се характеризира със сравнително хомогенно разпределение на хранителните елементи дори и в секции 4.А и 4 Б, които понастоящем се използват за намяване.

Таблица 12 Съдържание на някои хранителни елементи във водни екстракти от средни проби от отпадъка и листна маса от растителността от секции 1, 2 3 и 4 А на сгуроотвала на “ТЕЦ Свилоза” АД /пробоотбиране 19.12.2007/

№	Секция	P mg/kg	K %	S mg/kg	Ca %	Mg %	Na %	Cu mg/kg	Zn Mg/kg	Fe %
1	1	340	0.633	1969	1.993	0.396	0.538	79.5	91.6	6.751
2	2	622	0.081	1414	18.91	1.373	0.175	34.8	967.4	0.749
3	3	683	0.741	541	0.981	0.367	0.338	59.7	72.3	3.925
4	4	561	0.124	124	1.126	0.345	0.075	9.8	19.3	2.605
1 л	1	784	0.484	2445	0.414	0.085	0.011	2.3	63.6	0.032
2 л	2	1116	0.587	935	0.305	0.162	0.009	2.8	38.9	0.029
3 л	3	2119	1.493	2730	0.507	0.185	0.008	3.3	11.9	0.021
4 л	4а	1026	1.027	800	0.301	0.085	0.012	2.8	7.9	0.018

Както се вижда от резултатите извличането на фосфора, калия, сярата, калция и магнезия е много по-значимо от извличането на останалите елементи, което е в пълно съответствие с наличните литературни данни за различните растителни видове. Установените съдържания на хранителните елементи в растителната маса са по-високи от съдържанието на мобилните форми на хранителните елементи, които се установяват при високото разреждане /точно:твърдо - 50:1/. Наличието на по-високо съдържание на калциеви и сулфатни мобилни форми са благоприятна предпоставка и за формиране на висока буферна способност на формиращия се почвен слой в повърхностните слоеве на отпадъка. Както и при другите тестови изпитания и при тези пробообирания съдържанията на мобилните форми на токсични и други вредни елементи(Cr, Pb, As и т.н.) са далеч под нормите за продуктивни

почви за земеделско ползване(Наредба 3). Именно това дава основание да се твърди, че след като по-голямата част от разглежданата система вече има достатъчно дълъг период на развитие не могат да се очакват негативни изменения в бъдещите периоди. В потвърждение на това са и получените резултати за съдържанията на голям брой елементи определени след излугване на проби от сгуропепелината при използване като екстрагент вода със стандартното отношение течно:твърдо 2:1. Данните от тези тестови изпитания са представени в **таблица 13**.

Таблица 13 Съдържание на различни елементи от воден извлек /течно:твърдо 2:1/ от секции 1,2 , 3, 4А и 4Б на сгуроотвала на “ТЕЦ Свилоза” АД

Показатели	Изисквания Нар 8	Съдържание (mg/kg)				
		Проба 4А	Проба 4В-2	Проба 1-2	Проба 2-2	Проба 3-2
Арсен	0,10	0,02	0,08	0,06	0,01	0,11
Барий	7,00	0,072	0,012	0,064	0,041	0,048
Кадмий	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Хром общ	0,20	0,04	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
Мед	0,90	0,12	0,14	0,12	0,12	0,13
Живак	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Молибден	0,30	0,08	<0,02	0,23	0,06	0,06
Никел	0,20	0,05	<0,02	0,10	0,08	0,08
Олово	0,20	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Антимон	0,02	0,04	<0,02	0,05	0,03	0,04
Селен	0,06	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02
Цинк	2,00	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05
Хлориди	550	<50	<50	<50	<50	<50
Флуориди	4,00	<4	<4	<4	<4	<4
Сулфати	560	459	10	2064	155	33
Общоразтворими твърди вещества	2500	673	68	2974	406	217
ЗАБЕЛЕЖКА: Вид на анализа: ICP OES , ICP OES VGA , UV-Vis и класически химични методи след излужване във вода съгласно БДС EN 12457-1/2003г. при съотношение L/S = 2l/kg						

От резултатите представени в **таблица 13** се вижда, че отпадъка сгуропепелина отговаря на всички критерии на законодателството, позволяващи му да се депонира на депа за инертни отпадъци.. Това доказва, че не може да се очаква някакво негативно въздействие на химичните елементи, съдържащи се в сгуропепелината, върху развитието на растителни видове в реалните условия на съхранение на отпадъка. Наличието на сравнително по-високо съдържание на калциеви и сулфатни йони във водните извлеци са указание за формирането на един добър буферен капацитет на системата, което безпорно ще допринесе и в бъдеще за бързото биологично самовъзстановяване на сгуроотвала като самостоятелна екосистема. Същевременно това е и доказателство, че е малко вероятно да се очаква негативно въздействие върху подземните води. Общото съдържание на усвояем калий в секция 1 е най-висок -489.7mg/kg , 361.8 mg/kg във втора секция, 259.9 mg/kg в трета секция и 33.9 mg/kg в секция 4А. Това е индиректно потвърждение, че вероятно калият се съдържа в отпадъка в метафосфатна трудноразтворима форма. Имайки предвид високата температура на третиране на отпадъка в пещния агрегат получаването на метафосфатни форми на калия е напълно очаквано и логично.

Извършените едногодишни наблюдения доказаха протичащото с голяма скорост саморазрушаване на по-едрите частици на сгуропепелината и образуването на финно-дисперсна структура, която повишава водозадържащата способност, уплътнява слоевете на отпадъка и също ускорява почвообразуването.

Водоподхранването на изследвания обект от наливните води и хидравличната връзка с река Дунав е друг положителен фактор за бързото биологично самовъзстановяване. Въпреки по-високите средногодишни температури и по-ниски валежи за определени участъци на сгуроотвала е наблюдаван тримесечен прираст на някои растителни видове от 2 - 2.5 метра. Очевидно е, че подобен растеж може да се реализира само при създадени благоприятни условия за подхранване на растителните видове от ресурсите на отпадъка и благоприятно водозадържане в системата.

В смисъла на нормативните документи сгуроотвалът със своите отделни секции може да бъде разглеждан като депо за съхранение на инертни отпадъци; като съоръжение за разделяне на твърдата и течната фаза при хидротранспорта на сгуропепелината, генерирана от изгарянето на въглищата, а и като депо за временно съхранение на пепелината до организиране на нейното оползотворяване, ако се организира и осъществи съответно потребление.

Секции 1, 2 и 3 на сгуроотвала, върху които се е създала първична тревна екосистема с разпръснато разположени саморасли бяла топола, върби и акация, дава основания да се предположи, че отпадъкът от целия сгуроотвал може да се съхрани за бъдещи видове ползвания (така, както са разгледани в началото на работата) като се рекултивира.

За сравнение в **Таблица 14** са дадени нормите за ПДК за съдържание на тежки метали в почвите, съгласно Наредба 3 за максимално допустими концентрации и интервенционни концентрации за тежки метали и металоиди за почвите на обработваеми земи и постоянни тревни площи.

При сравнение на получените резултати от излугване на сгуропепелината, представени в **Таблица 13** и сравнение с МДК (**Таблица 14**) се вижда, че сгуропепелината, разглеждана като почва отговаря на всички изисквания на Българското законодателство по отношение съдържанието на тежки метали.

Таблица 14 Норми за максимално допустими концентрации и интервенционни концентрации за тежки метали и металоиди за почвите на обработваеми земи и постоянни тревни площи (определени като общо съдържание в mg/kg суха почва при екстракция с aqua regia).

ТММ	рН (H ₂ O)(1)	Максимално допустими концентрации			Интервенционни концентрации
		обработваеми земи	постоянни тревни площи	коефициент на корекция - КК(2)	
Арсен (As)		25	30	1,2	90
Кадмий (Cd)	<6,0	1,5	2,0	1,3	12
	6,0 - 7,4	2,0	2,5		
	>7,4	3,0	3,5		
Мед (Cu)	<6,0	80	80	1,2	500
	6,0 - 7,4	150	140		
	>7,4	300	200		
Хром (Cr)		200	250	1,2	550
Никел (Ni)	<6,0	90	70	1,2	300
	6,0 - 7,4	110	80		
	>7,4	150	110		

Олово (Pb)	<6,0	60	90		
	6,0 - 7,4	100	130	1,3	500
	>7,4	120	150		
Живак (Hg)		1,5	1,5	1,2	10
Цинк (Zn)	<6,0	200	220		
	6,0 - 7,4	320	390	1,3	900
	>7,4	400	450		

Забележки: (1) рН, определено при съотношение почва : вода 1:5 и време на взаимодействие с вода 5 h.

(2) КК - коефициент за корекция се прилага за почви със съдържание на физична глина (частици <0,01 mm) > 60 % в орния хоризонт (дълбочина 0 - 20 cm) и/или хоризонт А (0 - 10 cm) на необработваеми земи чрез умножаване на стойностите на максимално допустими концентрации за обработваеми земи и постоянни тревни площи с КК. Данните за съдържание на физична глина се вземат от почвени карти и очерци или чрез изпитване на място.

На основата на проведените изследванията могат да се направят следите основни заключения:

1. На основа на извършените пробоотбирания и анализи на сгуропепелината и водни извлеци от същата от всички секции на сгуроотвала, а така също и на основа на анализите на листна маса от развиващата се растителност през 2007 година преди всичко потвърждава направените изводи за инертния характер на сгуропепелината като отпадък.
2. Въпреки някои превишения, отчетени в пепелите и сгуриите по отделно, сгуропепелината като отпадък, отговаря на всички изисквания на Наредба 8 за депониране на отпадци на депа за инертни отпадъци
3. Разглеждането на сгуропепелината като почвен субстрат отговаря на изискванията на Наредба 3 за максимално допустими концентрации и интервенционни концентрации за тежки метали и металоиди за почвите на обработваеми земи и постоянни тревни площи.

5.2.2 Резултати от изследването на биологичното разнообразие на сгуроотвалите

За изследване на сгуропепелината като почвообразуващ субстрат е направена обща характеристика на самозалесилата се растителност на сгуроотвалите.

Общата характеристика на растителността на отделните секции на сгуроотвалана ТЕЦ „Свилоза” е както следва:

1-ва секция

Общо покритие на растителността на първи сгуроотвал варира между 60 и 90 %. Във формираните множество микрогруппировки в различни количествени съотношения участвуват следните видове: *Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steudel (тръстика) *p* *Artemisia vulgaris* L. (обикновен пелин), *Orlaya grandiflora* (L.) Hoffm.. (едроцветно срамливче), *Senecio vilgaris* (Cav.) Trin ex Steudel (тръстика), *Artemisia campestris* L. (полски пелин), *Chenopodium album* L. (бяла кучешка лобода) и др.

В отделни участъци са формирани дървесно-храстови группировки с участието на *Populus alba* L. (бяла топола), *Amorpha fruticosa* L. (черна акация), *Tamarix ramosissima* Ledeb. (разклонена раkitовица), *Rubus caesius* L. (полска къпина)

2-ра секция

Общо покритие на растителността на втори сгуроотвал в отделни участъци достига до 90 %. В зависимост от овлажнението са формирани множество микрогруппировки с

преобладаване на тревни , храстови и отделни дървесни видове. Като доминанти в отделните микрогруппировки най-често се срещат *Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steudel (тръстика), *Populus alba* L. (бяла топола), *Tamarix ramosissima* Ledeb. (разклонена ракитовица), *Rubus caesius* L. (полска къпина), *Amorpha fruticosa* L. (черна акация), *Poa palustris* L. (мочурна ливадина), *Festuca arundinacea* Schreb. (тръстиковидна власатка), *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (троскот)

Покрай Дунав има тревни , храстови и дървесни микрогруппировки с преобладаване на *Festuca arundinacea* Schreb. (тръстиковидна власатка), *Amorpha fruticosa* L. (черна акация), *Rosa canina* L. (шипка)

Festuca arundinacea Schreb. (тръстиковидна власатка), *Fraxinus oxycarpa* Bieb. Ex Willd. (полски ясен), *Salix alba* L. (бяла върба),

3-та секция

При начален етап на затревяване в плевелно –рудерален стадий общото покритие на растителността е 10-40 %. В обособените микрогруппировки в различни количествени съотношения участвуват видовете: *Amaranthus retroflexus* L. (обикновен щир), *Arctium minus* (Hill.) Bernh. (малък репей), *Artemisia vulgaris* L. (обикновен пелин), *Bromus sterilis* L. (дългоосилеста овсига), *Carduus acanthoides* L. (обикновен магарешки бодил), *Chenopodium album* L. (бяла кучешка лобода), *Chenopodium murale* L. (стенна кучешка лобода), *Datura stramonium* L. (татул), *Hordeum murinum* L. (миши ечемик), *Lactuca seriola* L. (компасна салата), *Malva neglecta* Wallr. (незабележим слез), *Polygonum aviculare* L. (обикновена пача трева), *Senecio vulgaris* L. (обикновен спореж), *Sonchus asper* (L.) Hill. (влакнест кострец), *Stellaria media* (L.) Vill. (средна звездица), *Urtica urens* L. (гръцка коприва)

4А секция

Покрай водното огледало са формирани растителни группировки с преобладаване на тръстика. В други участъци в зависимост от режима на овлажнение има редица микрогруппировки , в които в различни количествени съотношения участвуват видовете: *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (троскот), *Lamium amplexicaule* L. (стъблообхващаща мъртва коприва), *Galium palustre* L. (блатно еньовче), *Setaria viridis* (L.) Beauv. (зелена кощрява), *Cichorium intybus* L. (обикновена синя жлъчка), *Artemisia vulgaris* L. (обикновен пелин), *Poa palustris* L. (мочурна ливадина), *Populus X euroamericana* (хидридна топола), *Populus nigra* var. *italic* Duroi (пирамидална топола), *Prunus cerasifera* Ehrh. (джанка), *Populus alba* L. (бяла топола), *Amorpha fruticosa* L. (черна акация), *Clematis vitalba* L. (горски слез), *Malva sylvestris* L. (горски слез)

4Б секция

В зависимост от овлажнението и насоките на протичащите сукцесии са формирани множество микрогруппировки с преобладание на *Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steudel (тръстика), *Robinia pseudoacacia* L. (бял сълкъм), *Festuca arundinacea* Schreb. (тръстиковидна власатка), *Fraxinus oxycarpa* Bieb. Ex Willd. (полски ясен), *Polygonum aviculare* L. (обикновена пача трева), *Plantago altissima* L. (висок живовляк), *Veronica hederifolia* L. (бръшляналистно великденче), *Aster tripolium* L. (голо димитровче), *Cynosurus echinatus* L. (четинест сеноклас), *Thlaspi arvense* L. (полска попова лъжичка),

Taraxacum officinale Web. (обикновено глухарче), *Galium verum* L. (истинско еньовче), *Erodium cicutarium* (L.) L.Her. (цикутово часовниче), *Arctium minus* (Hill.) Bernh. (малък репей), *Elymus repens* (L.) Gould. (обикновен пирей), *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (троскот), *Artemisia vulgaris* L. (обикновен пелин)

Покрай Дунав има формирана защитна ивица с преобладаване на черна топола (*Populus nigra* L.), бяла върба (*Salix alba* L.) и *Amorpha fruticosa* L. (черна акация)

В зависимост от флористичния състав и фитоценотичната структура формираните растителни съобщества на проучваните сгуротвали, по флористичния подход за класификация на растителността може да бъдат отнесени към следните класове:

1. **Клас Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak 1941**
2. **Клас Stellarietea mediae R.Tx. et al. ex von Rochow, 1951**
3. **Клас Artemisietea vulgaris Lahmeyer et al. ex von Rochow**
4. **Клас Galio-Urticetea Passarge ex Copecky, 1969**

Наличието на влага и подхранващи елементи в течната фаза в депонираната маса от отпадъци определя отличните условия за бързо развитие на разнородностите на тръстиковите растителни видове, които са известни с високата си ефективност на пречистване при замърсени почви. Наличието на върбови и акациеви дървесни и храстови видове също потвърждава, че те намират подходяща хранителна среда за бързо развитие.

Направените опити със залесяване на 800 броя храстови акациеви насаждения потвърди бързото развитие на тези растителни видове и само за 3 месеца същите достигнаха 2,5 – 3,0 м при почти 100% прихващане. От изложеното следва, че площта с временно депониране на тези отпадъци може да се използва за добив на биомаса и това наложи провеждането и на таксонометрични изследвания в тази област.

Богатството и разнообразието на животинския свят е пряко свързано с растителността и със зелената система. Важен показател за равновесието в природата на даден район е количествената и качествена характеристика на фауната. Тя най-бързо реагира на изменението на екологичните фактори, поради което нейното проучване дава ценна информация и преценка за състоянието на екосистемите и на тази основа могат да се прогнозираят тенденциите на изменение.

В района на рекултивацията фауната е с твърде редуциран видов състав, поради факта, че видовият състав на естествената растителност е силно стеснен, което в съчетание със специфичния химичен състав и структура на подложката определя незначителна фаунистична населеност.

Почвена мезофауна (почвообразуватели), като дъждовни червеи (*Lumbricus terrestris*) практически липсва. Причина за това е силната разпръсненост на субстрата и липса на достатъчно органична материя. Това в голяма степен затруднява хумифицирането и образуването на почва.

Условията на местообитанията са до голяма степен влошени и поради това липсват подходящи укрития за голяма част от дребната бозайна фауна. Условията са неблагоприятни и поради сменената хранителна база на отделните видове, но в същото време поради ограждането и изолирането на площите някои животински видове намират сигурност и подходящи условия за развитие. Като резултат бе установено присъствието, освен на излизащите в крайбрежната зона патици, но бяха регистрирани зайци, фазани и лисици. Могат до бъдат открити единични екземпляри от обикновена горска мишка (*Sylvaeus sylvaticus*), домашна мишка (*Mus musculus*) или обикновена полевка (*Microtus arvalis*).

Наличието на единични дървета определя присъствието на чинка (*Fringilla coelebs*), щиглец (*Carduelis carduelis*), домашно врабче (*Passer domesticus*), сойка (*Garrulus glandarius*), сврака (*Corvus monedula*), чавка (*Pica pica*), сива врана (*Corvus corone*).

Ако не се променя обликът и биологичният характер на териториите в съседство, които представляват естествени биокоридори и рефугиуми, то видовият състав фауната на терена на рекултивацията ще се обогати. Създават се възможности за миграции и все по-добри шансове за приспособяване и заселване на по-чувствителните животински видове.

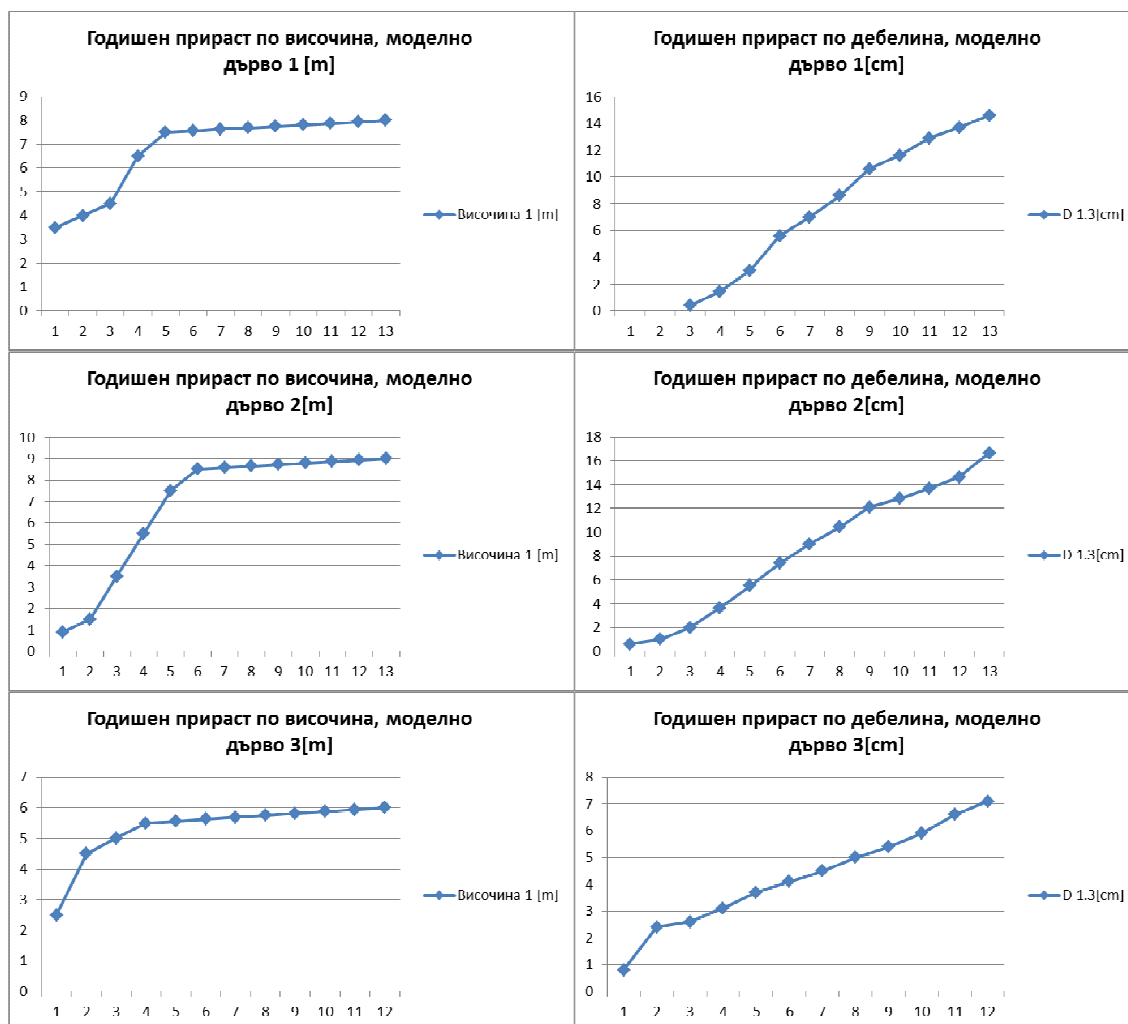
5.2.3 Анализ на растежа на самозалесилата се дървесна растителност на сгуроотвала

За установяване на пригодността на сгуроотвала за дървесна растителност са изследвани моделни стъбла от бяла акация (*Robinia pseudoacacia* L.) като представител на най-често срещани се дървесни видове в района на сгуроотвала.

Извършеният пълен стъблен анализ показва един задоволително добър растеж по височина. Сравнението с данни от растежна таблица за култури от акация от Наръчник на таксатора (Порязов и кол., 2004) показва сходимост на данните за III бонитет.

При останалите таксационни показатели се забелязват някои особености. При растежа по диаметър на гръдна височина ($d_{1,3}$) максимумът на средния прираст настъпва една година след максимума на средния прираст по височина, след което започва да намалява и при двата показателя. Средният прираст по обем показва тенденция на непрекъснато нарастване без достигане на зона на максимум в разглежданата възраст.

Данните от моделните стъбла са обработени по методика и специализиран програмнен продукт "STA"v.1.0. (Порязов, Я. и Н.Радулов, 2007) и са Данните са представени на **Фигура 13**.



Фигура 13 Среден прираст по височина и дебелина на моделни дървета от акация от секция

От фигурите става ясно, че дървесната растителност се намира в общо задоволително до добро състояние и среден растеж, сравнен с аналогични данни от растежни таблици. На отделни места се установяват единични изсъхвания и суховършия.

Данните от направените химични и физични изследвания на пробите, анализирани съгласно изискванията за почвени анализи, както и изследването на растежа на дървесните видове, представени таблично и графично, показват, че върху изследваната територия протича почвообразователен процес. Доказателство за това е бързото развитие на сукцесиите и смяната на растителните видове след прекратяване на наливването. Чрез директно наблюдение в изследвания период е установено, че само за три месеца в някои зони се достига прираст на тръстиковите и някои водолюбиви дървесни растителни видове от 200-250 cm. Такава динамика рядко може да се регистрира и на добре изградени почвени масиви. Разбира се определена положителна роля за това бързо развитие има и интензивното водоподхранване на системата, както чрез дифузията и преноса на повърхностните води от дъждовете и водонамиването, така и чрез водоподхранването от дифузията и преноса на води от река Дунав.

5.3 Изводи

- 1 Установените закономерности, състояние на сгуроотвалите и получените резултати, показват, че могат да бъдат осъществени по-добри практики и ефективни действия, както от екологична, така и от технико-икономическа гледна точка, които да са в съответствие с духа на световните тенденции в областта на управлението на отпадъците и да съдействат за устойчивото развитие на „ТЕЦ Свилоза“ АД и по-бързото възстановяване на сгуроотвала като естествена екосистема.
- 2 Установени са възможности за оползотворяване на отпадъка като материал за рекултивационни дейности.
- 3 Предприемането на действия ще позволи да се отчете конкретното състояние на обекта /сгуроотвала/ и осъществи оползотворяването на депонираните досега отпадъци от горивните процеси като суровинен ресурс за производството на нови продукти, а заетите площи от неизползваните секции 1 и 2, а след това и на секция 3 да бъдат превърнати в източник за добив на биомаса чрез подравняване и залесяване. По този начин ще се формира постепенно крайбрежен защитен и пречиствателен дървесен масив с висока продуктивност с обща възможна площ до 369 дка. Предварителните разчети на основата на установения растеж на различните растителни видове показва, че от тази площ при организирано годишно трикратно събиране на добива би могло да се добива около 15000 тона биомаса/год.
- 4 Анализите на депонирания отпадък, на сгуропепелината като почвен субстрат, на флористичния състав и растежа на дървесните видове като цяло показват, че в сгуроотвалите протича почвообразователен процес.

6 Възможности за обезвреждане и оползотворяване на сгуро-пепелните отпадъци от „ТЕЦ Свилоза“ АД

На базата на проведените анализ е установено, че генерираните от ТЕЦ Свилоза отпадъци притежават необходимите физикохимични свойства, които им позволяват да бъдат оползотворени. Някои от направленията, в които те могат да бъдат оползотворени и техните химични и физикохимични свойства позволяват това са: в строителството, за производството на цимент, за рекултивация на нарушени терени и т.н.

Някои от показателите при излугване на пепелите и сгуриите съгласно изискванията на Наредба 8 не отговарят на критериите за депониране на депа за инертни отпадъци, но на

базата на направените допълнителни изследвания е установено, че те не представляват риск за околната среда и здравето на хората.

В сравнение със заложените показатели в Таблица 2 на Приложение 1 на Наредба 8 на гранични стойности за съдържание на някои вещества, позволяващи депонирането им на депа за инертни отпадъци получените резултати могат да се обобщят по следния начин:

- За пепелите превишение на граничните стойности има за съдържанието на хром, молибден, сулфати и общо разтворени твърди вещества.
- За сгуриите превишение се наблюдава за граничните стойности на арсен.

По отношение на общото съдържание на органичен въглерод в пепелите той е около 5% и само в някои проби до 10%, а в сгуриите почти 0, с изключение на една проба, в която е отчетено съдържание от 2%.

Също така при излугване на вече смесените отпадъци от пепели и сгурии (сгуропепелина) не са отчетени стойности, които превишават граничните стойности, посочени в Таблица 2 на приложение 1 от Наредба 8 или нормите за съдържание на вредни вещества в земеделски земи.

На базата на тези резултати са разгледани и някои от възможностите за тяхното оползотворяване.

6.1 Възможности за удължаване експлоатационния период на сгуроотвалите при подходяща техническа и биологическа рекултивация на отделните секции

Съгласно получените резултати от изследването на пепелите и сгуриите генерирани от ТЕЦ Свилоза анализа на вече депонираните отпадъци и оценката на тяхното потенциално въздействие върху околната среда може да се направи заключението, че е възможно да бъде удължен експлоатационният период на сгуроотвалите. Продължаването на депонирането на пепелите и сгуриите на сгуроотвала на ТЕЦ „Свилоза“ АД няма да доведе до негативни въздействия върху околната среда и здравето на хората. Предвид НДНТ и световния опит е препоръчително да се продължи търсенето на варианти за оползотворяване на пепелите и сгуриите, както и на вече депонираната сгуропепелина.

Предвид свойствата им има много варианти, които могат да бъдат разгледани и реално приложени. Освен подходящите физични и физикохимични свойства, липсата на токсични свойства прави пепелите, сгуриите и вече депонираната сгуропепелина подходяща суровина за редица производства. От друга страна анализа на развитието на растителността, флористичния ѝ състав и започналият почвообразователен процес са доказателство за пригодността на отпадъка като подобрител на почви и за използването му при рекултивация на нарушени терени.

Освен вариантите за оползотворяване на сгуропепелината е възможно и нейното използване на самия сгуроотвал за отглеждане на бързорастяща растителност, която би могла да бъде суровинен ресурс за другите предприятия от „групата на Свилоза“. За целта е препоръчително провеждането на полеви опити с бързорастящи видове, които биха били допълнителен суровинен ресурс за производството на целулоза в Свилоза АД/Свилоцел АД.

При някои видове, които не са предмет на настоящото проучване, като слонска трева, е възможно да се достигне добив от 15 000t растителна маса годишно от площта на сгуроотвала на ТЕЦ „Свилоза“ АД. Този вариант би бил практическо решение, което би имало полза в няколко направления:

- Възстановяване на нарушен терен от депонирането на отпадъци за повече от 30 години;
- Създаването на устойчива екосистема;

- Отглеждане на култури, генериращи голямо количество биомаса (икономически ефект)
- Създаване на допълнително екологично производство в съответствие със световните тенденции.

Удължаването на експлоатационния срок на сгуруотвала е възможно да се направи по начин, който да представява екологосъобразно управление (оползотворяване) на отпадъците, генерирани от ТЕЦ „Свилоза“ АД. Чрез избор на подходящи последващи дейности, поетапно сгуруотвала може да бъде превърнат в опитно поле за бързорастящи видове, акто получения опит от ТЕЦ „Свилоза“ АД може да бъде предаден на други ТЕЦ, които са изправени пред същия проблем с натрупването на големи количества отпадъци, за които е трудно да намерят подходящ начин за тяхното оползотворяване.

6.2 Възможности за оползотворяване на сгуропепелните отпадъци от ТЕЦ Свилоза

На основата на получените резултати от изследването и направеният обзор на наличните методи и технологии за оползотворяване на генерираните от ТЕЦ пепели и сгурии и натрупания практически опит в редица страни от ЕС, където вече над 98% от пепелите и сгуриите се използват като енергиен и суровинен ресурс може да се твърди, че депонирането, като метод за третиране на този тип отпадъци е неприемлив от гледна точка на принципите за опазване на околната среда и устойчиво развитие. Най-напредналите страни в тази област са САЩ, Япония, бързоразвиващата се Индия и най-развитите страни на ЕС. Безспорно нашата страна се налага да направи също значителни усилия, за да намери и приложи по-ефективни техники за третиране на генерираните отпадъци от ТЕЦ, за да намалят емисиите в околната среда и се оползотворят полезните компоненти от генерираните досега промишлени отпадъци от ТЕЦ. По-долу са представени някои от възможностите за реализиране на най-добри техники, които позволяват оползотворяване на генерираните пепели и сгурии от ТЕЦ Свилоза в различни области.

6.2.1 В циментовата индустрия

Основното, технологично изискване за използването на пепели в циментовата индустрия е съдържанието на неизгорял въглерод да бъде под 5%. От направените анализи за съдържание на неизгорял въглерод, пепелите, генерирани то ТЕЦ Свилоза се установява, че те отговарят на изискванията за директното им използване в циментовото производство. При внедряване на ST- техниките / технология за сепариране/, доказали своята ефективност в практиката, съдържанието на въглерод е възможно да бъде допълнително намалено. За оползотворяване на пепелите от ТЕЦ Свилоза за производство на клинкер е целесъобразно пепелите и сгуриите да се отвеждат отделно, което налага изграждане на нови системи за сухо отделяне на сгуриите и пепелите от производствените процеси и допълнително изграждане на инсталация за сепариране на неизгорелия въглерод от пепелите. Използването на ST- технология за сепариране е доказала своята ефективност в практиката.

Сепарирането на неизгорелия въглерод от пепелите на ТЕЦ Свилоза и използването им за производство на клинкер има следните основни предимства:

- Оползотворяване на отпадък, който към момента се депонира;
- Икономически ефект от изкупуването му като суровина от циментовите заводи;
- Оползотворяване на неизгорелия въглерод, който след сепариране се връща отново за изгаряне в котлите на ТЕЦ-а;
- Екологосъобразно третиране на генерираните пепели, отговарящо на всички изисквания и препоръки, както на българското, така и на европейското законодателство, изразяващо се в намалени емисии на парникови газове и по-ниски енергийни разходи в традиционните производства на клинкер.

Към момента ТЕЦ Свилоза е в процес на изготвяне на икономически и технически анализ за реално прилагане на ST технологията и оползотворяване на пепелите в циментовия завод „Титан - Златна панега“ АД.

6.2.2 Компонент за производство на керамични изделия за строителството

Базирайки се на основните структурно-механични и физико-химични характеристики на пепелите и сгуриите, съответно сгуропепелината на ТЕЦ „Свилоза“ АД, получени като резултат от проведеното охарактеризиране и по-конкретно на наличието на въглерод, гранулометричен състав, влажност, влагозадържаща способност, кристалитет и аморфитет, пластичност, топлоизолационни свойства, механична якост, изтриваемост, водоустойчивост и други може да се обоснове и препоръча използването им за керамични изделия за строителството.

Производството на керамични изделия с влагане на пепели от ТЕЦ ще бъде съпроводено с реализиране на редица еколого-техничко-икономически предимства:

- наличният въглерод в пепелите дава възможност за намаляване на разхода на енергийни ресурси за производството на керамични изделия за строителството; има сведения за автотермично провеждане на процеса без внасяне на допълнително гориво;
- финно дисперсният характер на частиците позволява да се намали съпротивлението в процеса на формоване, което води до икономия на електрическа енергия;
- по-ниската влагопоглъщаемост на пепелите позволява реализиране на процесите на формоване, сушене и изпичане при по-ниски влагосъдържания на формованите изделия, което понижава разхода на енергия в процеса на сушене и изпичане;
- предварителната дехидратация на пепелите и специфичния състав и хидравлични свойства позволява редица видове пепели да спомагат за формиране на керамични структури при много по-ниски температури от тези за традиционните технологии; вече има съобщения за реализирани в практиката на производството на керамични изделия при температури под 200⁰С, което очевидно е свързано със значителни икономии на енергия в процеса на изпичане;
- произвежданите изделия могат да бъдат с контролирани топлоизолационни свойства и ниско обемно тегло, което определя наличие на мултиплициране на икономическия ефект от икономия на енергийни източници.

6.2.3 За запълване (изграждане) на техногенни площадки и насипи

Геотехническите и физико-химичните свойства на пепелите, сгуриите и сгуропепелината като цяло позволяват директното им оползотворяване като материали за изграждане на техногенни площадки и насипи.

Сгуропепелината притежава необходимата гранулометрия и геотехнически свойства, които ѝ позволяват само с добавяне на съответно свързващо вещество /цимент, в количество около 5% / да се използва за изграждането на техногенни площадки или укрепващи диги.

Натрупаният дългогодишен опит в съхранението на сгуропепелината на сгуроотвала на ТЕЦ Свилоза изисква минимални тестови изпитания за да се докаже отсъствието на деструктивни процеси в резултат на химични или физикохимични взаимодействия между сгуропепелината и свързващото вещество в процеса на експлоатация, както и осигуряването на дълготрайността на материала и устойчивостта на насипа в условията на периодично водонапиване, изсъхване-омокряне и замръзване-размръзване.

6.2.4 Към момента има проявен интерес за използване на сгуропепелина за изграждане на техногенни, укрепващи насипи на промишлените им площадки.

За рекултивация на рудници и кариери

Съгласно получените резултати за пепелите и сгуриите, а и сгуропепелината като цяло не притежава свойства, които биха попречили за употребата им като подобрител на почвите или насипен материал за рекултивация на нарушени терени. Получените резултати от

химическите анализи на пепелите и сгуриите за превишение на съдържанието на някои елементи във водни елуати в някои от пробите (хром, молибден, сулфати и други) показва, че съдържанието на тези елементи е под граничните стойности за депониране на отпадъци на депа за инертни отпадъци и са доста под фоновите нива, характерни за съдържание на тези елементи в почвите. По отношение на установените за хрома при някои от тестовите изпитания по-високи от граничните стойности за инертни отпадъци, следва да се отбележи, че в случая хромът е от трета валентност, а не от токсичната шеста, което напълно изключва възможността за значими негативни последици както за околната среда, така и за здравето на хората.

Пепелите и сгуриите, генерирани от ТЕЦ Свилоза притежават всички необходими свойства за оползотворяване им като запълващ материал при провеждането на рекултивационни дейности при закриването на рудници и кариери.

6.3 Изводи

1. Химичният състав и физикомеханичните свойства на сгуропепелния отпадък от ТЕЦ Свилоза дава основание да се счита, че оползотворяването на пепелите и сгуриите е най-ефективния и екологосъобразен начин за управление на отпадъците.
2. Предложените варианти за оползотворяване на пепелите, сгуриите и депонирата досега сгуропепелина са реално изпълними и екологосъобразни.
3. Удължаването на експлоатационния срок на сгуротвалите и същевременното използване на територията на сгуроотвалите за отглеждане на растителни видове е екологосъобразно и иновативно решение за устойчиво управление на сгуроотвала на ТЕЦ „Свилоза“ АД

7 Обобщени изводи

На базата на проведените прочувания, изследвания и направеното сравнение с добрите европейски практики могат да се направят следните основни изводи:

- 1 Охарактеризирането на пепелите и сгуриите и сравняването на получените резултати с граничните стойности за депониране на отпадъци на депа за инертни отпадъци, (посочени в Таблица 2 към приложение 1 на Наредба 8), показва че превишение се наблюдава само по показатели хром, молибден, сулфати, ОРТВ за пепелите и в някои проби по показател арсен за сгуриите. Същите могат да бъдат депонирани на депа за инертни отпадъци(сгуроотвали) и да се съхраняват за бъдеща употреба, без да бъдат потенциална заплаха за околната среда и хората;
- 2 Анализът на химичните свойства на вече депонираната сгуропепелина в сгуроотвала, както и оценката на състоянието на сгуроотвала не предполагат отрицателно въздействие върху околната среда и здравето на хората;
- 3 Свойствата на пепелите, показват възможност за тяхното използване за производството на цимент, (след прилагането на технология за сепариране на неизогорелия въглерод) директно да се използват в керамичните и циментови изделия и продукти, рекултивация на нарушени терени, запълване на техногенни площадки;
- 4 Досега няма регистрирани прахогазови емисии, генерирани от сгуроотвала, които да са довели до създаване на негативно въздействие на най-близките населени места от българска и румънска страна;
- 5 Направените излугвания и получените водни извлеци от депонираните отпадъци в еднометровия слой на различните секции на сгуроотвала потвърждават, че постигнатото равновесие се отнася до различните хоризонти на различните секции на сгуроотвала,

- като регистрираните различия не са съществени и по отношение на периода на експлоатация;
- 6 Проведените наблюдения и резултатите от анализите на листна маса от растителност върху биологично самовъзстановяващи се части на сгуроотвала доказват протичането на ускорен процес на почвообразуване върху матерната основа на сгуропепелината и демонстрират приносът на генерираната биомаса за самопречистването на системата, като положителните елементи в развитието на екосистемата се доказват и от разширяването на местообитанията на различни животински видове;
 - 7 Протичащите сукцесии върху разновъзрастните секции на сгуроотвала потвърждават изводите, че върху сгуропепелината могат да се развиват достатъчно продуктивни растителни съобщества;
 - 8 Установено е, че продуктивността по отношение на биомаса от самозатревените и самозалесени части на сгуроотвала е изключително висока, което се определя не само от матерния състав на сгуропепелината, но и от нейното бързо саморазпрашаване, хидратиране, самоуплътняване и водоподхранване на основата на хидравличната връзка с река Дунав;
 - 9 Самозатревените и самозалесени територии на сгуроотвала от секции 1, 2 и 3, които са в експлоатация от над 30 години, са подходящи за култивиране и производство на биомаса чрез залесяване на подходящи дървесни видове като залесяването ще допринесе не само за укрепване на бреговата ивица в района, но и до минимизиране на ерозиите и преносни ефекти от ветровото натоварване и повишаване на самопречиствателния капацитет на системата;
 - 10 Съхранението на сгуропепелината по досега използваната технология по никакъв начин не води до негативно въздействие върху компонентите на околната среда, здравето на хората и устойчивото развитие на района на Западната индустриална зона на гр. Свищов и на община Свищов като цяло;
 - 11 В съответствие с новите промени в приоритетите за управление на промишлените отпадъци е препоръчително продължаване на търсенето на варианти за оползотворяване на пепелите и сгуриите в циментовото и керамичното производство, в строителството, за рекултивация на нарушени терени и други направления, които да превърнат твърдите отпадъци на ТЕЦ „Свилоза“ в един вторичен суровинен и енергиен ресурс;

Научни и научно-приложни приноси

Основните научни и научно-приложни приноси на дисертационния труд се отнасят до:

1. Изяснен е механизма на формиране на пепелите и сгуриите, поведението им при транспорт и съхранение, потенциала им като вторичен суровинен и енергиен ресурс, необходимостта и възможностите за тяхното управление за екологосъобразно оползотворяване и обезвреждане;
2. Обоснована е възможността, независимо от констатираните превишения на граничните стойности на Cr, Mo, SO₄ и OPTB в пепелите и As в сгуриите твърдите отпадъци на ТЕЦ „Свилоза“ АД, както да бъдат прекатегоризирани, така и депонирани (съхранявани) на депа за инертни отпадъци;
3. Доказано е, че субстратите от сгуроотвала съдържат известни количества основни хранителни и физиологично важни елементи, като общи количества и подвижни форми, поради което могат да бъдат растежна среда за тревна и дървесна растителност, което да формира устойчива екосистема;
4. Самозалесилите се дървесни видове показват ставнимост с естествени насаждения от трети бонитет и доказват възможността за изпозлване на сгуропепелните отпадъци като подобрител на почвите, а сгуроотвалите като подходящи за култивиране и производство на биомаса чрез залесяване на подходящи дървесни видове;
5. Научнообоснования подход при охарактеризирането на генерираните и депонираните сгуропепелни отпадъци обосноваха възможността да не се преустановява преждевременно производствената дейност на ТЕЦ „Свилоза“, заради екологосъобразно управление на отпадъците, а да продължи своята дейност в съответствие с националното и европейско екологично законодателство.

Списък на публикации по дисертацията

1. P. Petrov, Iv.Dombalov, Y.Pelovski, Possibilities for utilization in cement industry of solid wastes, generated from TPS “Sviloza-JSC”, JEPE, 4, 2010, стр. 1349-1357
2. П. Петров, Ив. Домбалов, Сгуропепелните отпадъци от ТЕЦ „Свилоза“ – охарактеризиране и възможности за третиране, Сборник научни трудове „XIX международна конференция за млади учени“, 22-24 Юли 2010, стр. 56-67, УОБ на ЛТУ, Юндола;
3. П. Петров, В. Кьосева, Ив. Домбалов, Охарактеризиране на производствените отпадъци – задължителен етап преди тяхното оползотворяване и обезвреждане, Лесовъдска мисъл, 2, 2009, том 15, стр. 242-250, Лесотехнически Университет, София, 2009;
4. P. Petrov, Iv. Dombalov, Y. Pelovski, Properties of solid wastes, generated from Sviloza thermal power station, Сборник резюмета от научна конференция “Sixth international conferences of the chemical societies of the south-eastern European countries”, Union of chemists in Bulgaria, 10-14 September 2008, page 343, Sofia, Bulgaria
5. Petrov, P.Pavlova, Y.Pelovski, Iv. Dombalov, Utilization of ashes and slags from thermal power plants, JEPE, (под печат)

Научни конференции, на които са докладвани резултати от дисертационния труд

1. **International Conference:** “Balkan Collaboration: The Must For Better Life and Environment in S.E. Europe”, 6-9 November 2008, Florina, Greece
Paper : Possibilities for utilization in cement industry of solid wastes, generated from TPS “Sviloza-JSC”,
2. **Sixth international conferences:** The chemical societies of the south-eastern European countries, 10-14 September 2008, Sofia, Bulgaria
Paper: Properties of solid wastes, generated from Sviloza thermal power station,
Paper: Utilization of ashes and slags from thermal power plants, “Life Quality and Capacity Building in the frame of a Safe Environment”, 17th –20th March 2009, Katerini, Greece
3. **Конференция:** XIX международна конференция за млади учени, УОБ на ЛТУ, Юндола, България, 2010
Доклад: Сгуропепелните отпадъци от ТЕЦ „Свилоза“ – охарактеризиране и възможности за третиране, Сборник научни трудове