



ХИМИКОТЕХНОЛОГИЧЕН И МЕТАЛУРГИЧЕН УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛТЕТ ПО ХИМИЧНО И СИСТЕМНО ИНЖЕНЕРСТВО

КАТЕДРА „ИНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГИЯ”

Инж. Любомир Серафимов Илчев

**Управление за устойчиво развитие на жизнения цикъл на
медта в Р. България**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертация

за придобиване на образователната и научна степен „доктор” по научна специалност

5.13. Общо инженерство - Системи и устройства за опазване на околната среда

Научни ръководители: проф. д-р инж. Николай Козарев

проф. д-р инж. Йончо Пеловски

Научно жури:

1. доц. д-р инж. Борис Стефанов - председател

2. проф. д-р инж. Стоян Стоянов - рецензент

3. проф. д-р инж. Георги Константинов - рецензент

4. проф. д-р инж. Йончо Пеловски

5. проф. д-р инж. Иван Домбалов

София, 2018

Дисертационният труд е написан на 192 страници, съдържа 26 фигури и 52 таблици. Цитирани са 366 източника.

Представеният дисертационен труд е обсъден и приет за защита на заседание на разширен научен съвет на научното звено на катедра „Инженерна Екология”, състояло се на 09. 03. 2018 г.

Публичната защита на дисертационния труд ще се проведе на 05.07.2018 г. от 14.00 часа в зала 424, етаж 4, сграда „А” на ХТМУ.

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

У в о д

Човешкото общество е един от основните компоненти на биосферата. През втора половина на XX век то нараства и се развива с огромни темпове, като се превръща в един от глобалните фактори за появата на негативни екологични явления.

Според учените, за бързо нарастващите глобални екологични промени, най-важни са: неконтролираният растеж на населението; моделите на потребление и производство; ограничеността на природни ресурси.

Климатичните промени и негативните природни явления от антропогенната дейност, предизвикват провеждането на много форуми на ООН, на ЕС и др., които развиват *цялостна концепция за устойчиво развитие на индустрията*.

Рудодобивът, обогатяването и металургията имат ключово значение за устойчивото развитие на индустрията, но са и едни от големите замърсители на околната среда.

Обект на дисертационния труд са жизнения цикъл на медта обхващащ рудодобива, обогатяването и металургията. Главна негова цел е да се разработи модел за управление за устойчиво развитие на жизнения цикъл на медта в Р. България.

За постигането ѝ са проведени задълбочени научни изследвания, проучване и анализ на:

- *концепцията за устойчиво развитие на индустрията съобразно основните документи на ООН и ЕС;*
- *основните производствени фактори: медни суровини (вкл. генерираните отпадъци), потребление на енергия (вкл. генерирани емисии), технологии, и управлението им за устойчиво развитие;*
- *околната среда, свързана с рудодобива, обогатяването и металургията на медта;*
- *управлението за устойчиво развитие на жизнения цикъл на медта и управленчески инструментариум.*

Тъй като ключово изискване за устойчиво развитие е хармонизирането на развитието на човешката дейност с това на природата, направени са аналогични проучвания и за *устойчивото развитие в биосферата и природните екосистеми*.

Научноизследователската дейност е проведена въз основа на съвременната методология на *системния анализ и оценката на целия жизнен цикъл*.

1. Концепцията за устойчиво развитие на индустрията съобразно основните документи на ООН и ЕС

Много учени предупреждават за непрекъснато нарастващото негативно антропогенно въздействие върху околната среда . Настояват за коренна промяна в развитието на човечеството, за създаване на нови международни управленчески механизми.

През април 1968г. италианският учен д-р Аурелио Печеи, обединява в „Римски клуб” видни учени от различни сфери на човешката дейност. Те разработват серия от доклади под названието „Затрудненията на човечеството”, с които предупреждават обществото да се отнася с отговорност към своето развитие, за да избегне собствената си гибел. Важно значение за индустриалното развитие имат и докладите им за отпадъците и енергията.

През юни 1972 г. в Стокхолм се провежда Конференция на ООН, на която се приема *„Декларация по Човешката Околна Среда”*. В нея се обявява, че човекът носи върховната отговорност да опазва и подобрява околната среда за настоящите и бъдещи поколения.

Концепцията за устойчиво развитие се представя през 1987 г. в доклада *„Нашето общо бъдеще”*, на Световната комисия по околна среда и развитие, с политическото определение, че *„устойчиво е развитието, което удовлетворява нуждите на настоящето, без да подлага на риск способността на бъдещите поколения да задоволяват своите нужди”*. Изтъква се, че *„Индустрията е ...необходим мотор за растеж...Тя има силата да подобрява или разрушава околната среда, като неминуемо прави и двете”*. Към правителствата се отправят изисквания за устойчиво развитие на индустрията - за ресурсната ефективност и опазването на околната среда. Констатира се, че въпреки постигнатите резултати, замърсяването продължава и заплашва да придобие глобални измерения.

„Рамковата конвенция на ООН за изменение на климата” (1992 г. Ню Йорк) е следващият важен документ, касаещ стабилизиране на концентрацията на парникови газове, за да се прекъсне антропогенната намеса в климатичната система. Приети са водещи принципи за постигане на набелязаната цел. Поставя се началото на провеждане на периодични световни форуми за промяната на климата на Земята.

Конференцията на ООН по Околната Среда и Развитието (1992 г. Рио де Жанейро), превръща концепцията за устойчиво развитие в глобална политика. Приемат се 5 програмни документа, два от които са основополагащи за околната среда и развитието. В първият от тях - *„Декларацията по околната среда и развитието”* са заложили 27 основни

принципа, определящи правата и задълженията на страните за постигане на устойчиво развитие. Вторият - „Дневен Ред 21” е глобална програма за неговото постигане. Посочва се, че интегрирането на околната среда, опазването на природата и публичното участие при вземане на решения, са важен признак на устойчиво развитие. Изисква се индустрията да играе водеща роля в устойчивото развитие и опазването на околната среда.

Важна крачка за интегриране на опазването на околната среда към устойчивото развитие е *третата конференция по Рамковата конвенция за изменението на климата* (1997 г.), на която е приет „*Протокола от Киото*”. Страните приемат да намалят своите парникови емисии за 2008-2012 г. с определен процент спрямо равнището им през 1990 г. България се ангажира да намали емисиите си с 8 % спрямо 1988 г.

На *Конференцията на ООН в Йоханесбург* (2002г.) се приемат два основни документа. С „*Декларация за Устойчиво Развитие*” се поема колективна отговорност за бързо интегриране на трите взаимно зависими базови системи на планетата, „икономика”, „общество” и „околна среда”. Взаимната им обвързаност определя една обща област, „*Устойчиво развитие*” (*устойчивост*) - фиг.1-1, която се основава на жизнеспособна икономика, допринасяща за справедливо общество, което е в поносимост с околната среда.



Фигура 1-1 Взаимна обвързаност на базовите системи на планетата и мястото на устойчивото развитие

„*Планът за Изпълнение на Взетите Решения*” е документа за ускорено постигане на устойчиво развитие, чрез засилване на партньорството между участниците. Изисква се: всяка страна да се стреми към устойчиво развитие, съобразено с глобалното; защита и управление на икономически и социално значимите природни ресурси; интегрално управление на земята, водата и суровините. Особено внимание се отделя на минното дело, преработката на

минералите и металите, като фундаментални икономически отрасли и важни фактори на негативно въздействие върху околната среда. Изисква се бързо преминаване на тези отрасли към устойчиви модели на развитие. За ЕС се подчертава, че играе водеща роля в постигане на устойчиво развитие.

„Околна Среда за Европа” (1991г.) е важна европейска инициатива за устойчивото развитие на континента. Водещ документ е „Декларацията на министрите на околната среда в Европейския регион” (2003 г. Киев). Грижата за околната среда се превръща в централен въпрос за правителствата и сътрудничеството между отговорните институции.

В ЕС също са разработени важни документи в това направление.

„Стратегията за Устойчиво Развитие на ЕС” (2006 г.), го утвърждава като пътеводна цел с ключови задачи: защита на околната среда; социална справедливост и сплотеност; икономически просперитет - еко-ефективна икономика. Тя определя инвестициите в човешки, социални ресурси, околна среда и в технологични иновации, като необходимо условие за неговото постигане. Специално внимание се обръща на общество на познанието - на образованието, проучването и развитието. Разработени са необходимите оценъчни индикатори.

Стратегията на Европа за растеж - „Европа 2020” (2013г.), доразвива „Стратегията за Устойчиво Развитие на ЕС”. В нея са поставени пет амбициозни цели: увеличаване на заетостта; подобряване на образованието; повишаване на инвестициите в научноизследователската и развойна дейност; ограничаване на климатичните въздействия чрез подобряване използването на енергия и увеличаване на ВЕИ; социално приобщаване и намаляване на бедността.

Изисквания към управлението на цялостния жизнен цикъл на медта

В основните документи на ООН и ЕС за преход към *устойчиво развитие на индустрията*, съответно на *рудодобива, обогатяването и металургията*, се изискват дълбоки промени спрямо *основните производствени фактори*.

Суровини: Счита се, че потреблението им ще се увеличава с ускорени темпове, паралелно с ръста на населението и жизнения стандарт. Третирането на невъзобновяемите ресурси е неекологосъобразно. Това води до непрекъснато увеличаване на натиска върху ресурсната база и бързото им изчерпване. Изисква се да се създаде *устойчива ресурсна база* - увеличаване на количеството, разширяване на разнообразието и подобряване на нейното качество. Това налага значително да се повиши *суровинната ефективност*, да се търсят нови суровини и адекватни *алтернативни заместители*, безконфликтни с околната среда. Индустриалната ефективност трябва да обхваща *целия жизнен цикъл на*

суровините - от добива им до превръщане в отпадъци на получените от тях стокови продукти.

Особено внимание се обръща на *отпадъците* - едни от най-големите замърсители на околната среда. Изисква се тяхното *предотвратяване, минимизиране, рециклиране и възможно най-пълно оползотворяване*. Това ще подобрява значително ресурсната и суровинна ефективност и ще намалява негативното въздействие - *натиска върху околната среда*.

Потребление на енергия: Според основните документи, *устойчивите модели на енергийно потребление* са тези, които ще насочат трите дейности към устойчиво енергийно развитие. Те трябва да са *енергийно ефективни*, особено при използване на невъзобновяеми енергийни източници и да спомагат за бърз преход към използване на *възобновяеми енергийни източници - ВЕИ*. Така ще се решават проблемите с енергийните дефицити, с максималното ограничаване на индустриалното замърсяване и негативното антропогенно въздействие върху атмосферата и климата.

Технологии: Акцентира се върху изключителното им значение за устойчивото развитие. Изисква се да осигуряват високо *ефективно използване на суровините, оползотворяване на отпадъчните продукти, и опазване на околната среда*. Да подобряват значително еко-ефективността, „социалния продукт”, да увеличават добавената стойност. Да се създадат условия за трансфер и внедряване на съвременните технологии, да се разработват технологии за алтернативни възобновяеми природни ресурси.

Околна среда: *Нейното опазване е неразделна част* от устойчивото развитие на индустрията. Целта е не само да се намали и предотврати замърсяването ѝ, но да се поддържа и подобрява нейното качество.

Изисква се трите дейности да преодолеят негативната зависимост между собственото си развитие и деградацията на околната среда, да я опазват през целия си жизнен цикъл - *да се интегрират икономическите съображения с тези по опазване на околната среда*. Значително да се намалят количествата на отпадъците, да се засили контрола при депонирането им и прилагане на най-добрите практики в тази област. Особено строги са изискванията за *намаляване на климатичните промени, предотвратяване на трансграничните индустриални замърсявания, за рехабилитиране и рекултивиране на нарушените терени от индустриалната дейност*. Значително *да се подобри екологичния мониторинг в приоритетните области*, които в ЕС са групирани в 10 утвърдени категории, отразяващи резултатите от въздействието на човешката дейност върху околната среда:

1. Замърсяване на въздуха;
2. Климатични промени;

7. Разсейване на токсични субстанции;

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| 3. Загуби в биоразнообразието; | 8. Проблеми с градската |
| 4. Морска среда и крайбрежни зони | околна среда; |
| 5. Изчерпване на озоновия слой; | 9. Отпадъци; |
| 6. Изчерпване на ресурсите; | 10. Замърсяване на водите |

Националните политики и стратегии за устойчиво развитие трябва да осигуряват качествена околна среда, бизнесът и индустрията да подобрят корпоративната си отговорност по опазването ѝ.

Управление: Изисква се *управлението за устойчиво развитие* да съчетава *икономическата ефективност, социалната справедливост и опазването на околната среда*, да създава условия за участие на всички заинтересовани страни и гражданското общество. Неговите приоритети, като: екологосъобразно управление на ресурсите; устойчиви модели на потребление и производство; ограничаване на климатичните промени, да са определени точно в държавните и секторни политики, стратегии, програми и планове. Особено внимание се отделя върху разработването на *системи за управление на отпадъците*.

На национално ниво да бъдат създадени съответни *институционални структури*, подсилени с необходимия *управленчески инструментариум*. Акцентира се върху важното значение на образованието, науката, системния мониторинг, индикаторите, ценовата политика. Страните се задължават да правят инвентаризации и кадастри на индустриалните парникови емисии.

Националните индустрии трябва да се преориентират с помощта на управлението към екологосъобразно устойчиво развитие. Бизнесът, особено в страните с развита минно-обогатителна и металургична индустрии ще носи все по-висока финансова и техническа отговорност за околната среда. Счита се, че международното сътрудничество значително ще подобри управленческите възможности.

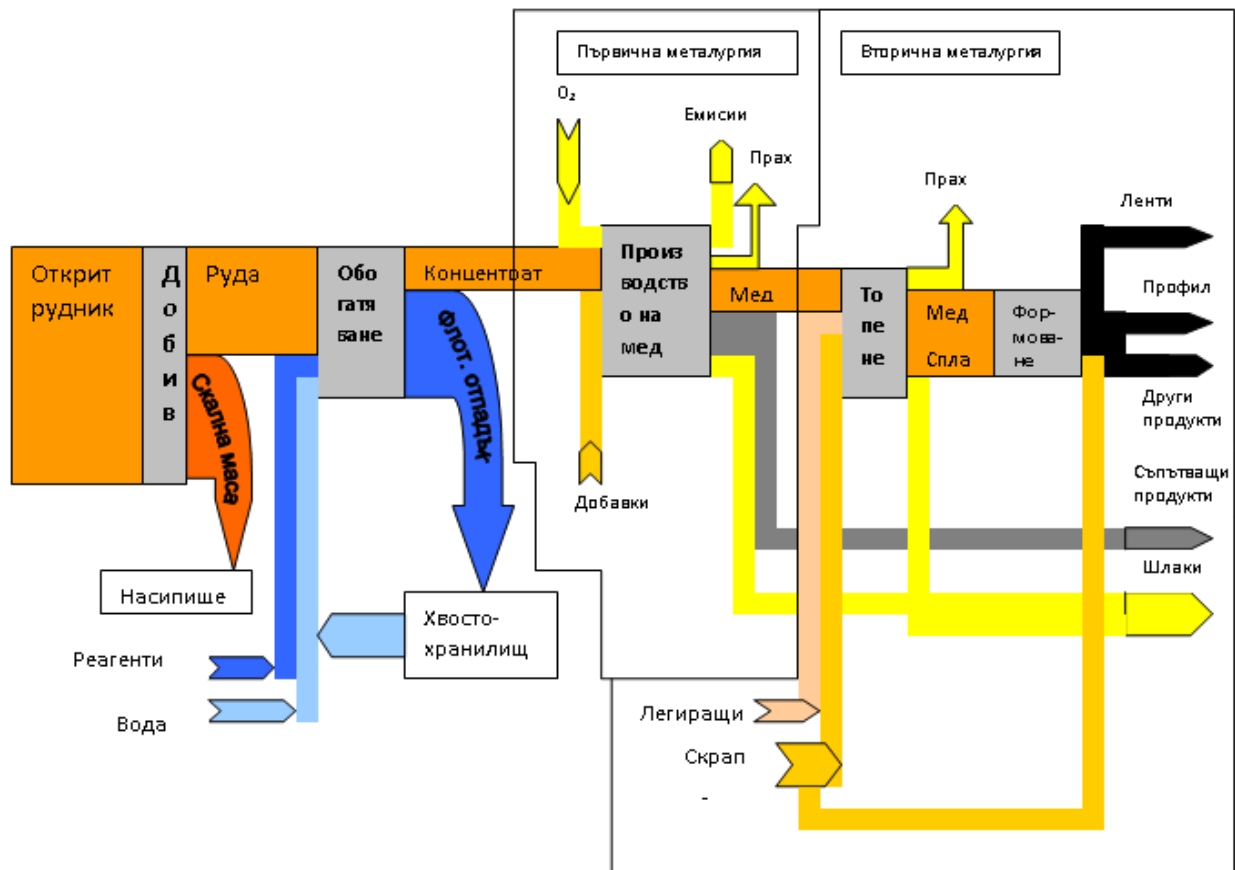
В задачите на дисертационния труд, за устойчивото развитие на всеки производствен фактор са дадени : общи сведения; неговото състояние в Р.България и ЕС; значението му в природните екосистеми; неговото управление, включително индикатори отчитащи натиска върху околната среда и ефективността на управлението.

2. Фактор медни суровини в жизнения цикъл на медта - устойчиво развитие

Животът и развитието на човешкото общество са свързани преди всичко с използване на *природни ресурси* и на принадлежащите към тях *полезни изкопаеми*.

Добивът, обогатяването и металургията на медта са между най-ресурсоемките и енергоемките индустрии, използващи *невъзобновяеми природни ресурси*, които след като са изразходвани, възстановяването им е невъзможно. Техните полезни компоненти - металите, могат многократно да се използват като вторични суровини.

Бързото изчерпване на ресурсите и негативният екологичен отпечатък на трите дейности важи по протежение на цялата им *суровинно-поточна производствена верига* - фиг.2-1.



Фигура 2-1. Схема на суровинно-поточната производствена верига- рудодобив, обогатяване и металургия

Те се определят от: *входящите* - суровини, енергия, вода; *изходящите* - основни и съпътстващи стокови продукти; *влияещите върху околната среда* - твърди отпадъци, газови емисии, отпадъчни води.

Медни суровини в Р. България и ЕС - състояние и анализ

В България минно-обогатителната и металургична индустрии са *структуроопределящи* за националната икономика тъй като сформират над 1/5 от общата ѝ индустриална продукция - табл.2-1.

Таблица 2-1 Структура на индустриалната продукция в Р. България- 2007-2014 г.

Индустриално производство	Относителен дял, %							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Минно-обогатителна индустрия- 1	4,5	4,2	4,2	4,5	4,7	4,7	4,1	3,9
Металургична индустрия (първична и вторична)- 2	18,1	16,6	15,4	16,6	18,1	15,8	16,0	16,7
Общо 1+2	22,6	20,8	19,6	21,1	22,8	20,5	20,1	20,6
Други индустрии	77,4	79,2	80,4	78,8	78,7	77,7	79,3	82,2

Металните руди, включително медните, имат висок дял в местното материално потребление (ММП) - табл. 2-2

Таблица 2-2. ММП включително дяла на металните руди за Р. България и ЕС

Местно материално потребление							
България, год.	2005	2007	2009	2011	2013	2014	2015
ММП общо (kt)	126441	142247	122910	134084	127593	140067	147441
Метални руди (вкл.медни) (kt)	28015 (25102)	30794 (26853)	27976 (27152)	29140 (28214)	29134 (27890)	29078 (27450)	29189 (-)
Метални руди (вкл.медни) спрямо общото (%)	22,16 (19,85)	21,65 (18,88)	22,76 (22,09)	21,73 (21,04)	22,83 (21,86)	20,76 (19,60)	19,80 (-)
ЕС- 27-28 страни							
ММП общо (kt)	7848084	8200305	7244943	7243913	6618315	6693781	6707507
Метални руди (kt)	275217	312046	211903	253497	269879	272342	284740
Метални руди спрямо общото (%)	3,5	3,8	2,9	3,6	4,1	4,1	4,2

Бързото изчерпване на богатите *медни рудни ресурси* в България доведе до използването на все по-бедни руди. Страната ни е първата в света, която изгражда крупно минно-обогатително предприятие за открит добив на бедни медни руди - МОК „Медет”. От 1971 г. до 1980 г., той осигурява до 82 % от медните руди и до 68 % от металната мед.

В най-голямото минно-обогатително дружество с открит рудник в България - „Елаците-Мед” АД, през 2016 г. са добити:

- минна маса (kt) - 55000;
- скална маса (kt) - 41000;
- медна руда (kt) - 14000;
- съдържание на мед (%) - 0,36;
- меден к-т с 22% мед (kt) - 200 с
Au 7g/t, Ag 35g/t;
- произведен метал мед (t) - 44000.

Следващият голям минно-обогадителен комплекс с открит рудник - „Асарел-Медет” АД, понастоящем добива около 13 Mt/г. руда. Само за периода 1964-2004 г. са добити:

- минна маса (kt) - 736639;
- скална маса (kt) - 426773;
- медна руда (kt) - 309866;
- съдържание на мед (%) - 0,431;
- меден к-т с 20% мед (kt) - 5380;
- флотационен отпадък (kt) - 304486;
- метална мед (t) - 1075992.

За получаване на 1 t метална мед са изразходвани: 684,61 t минна маса; 287,98 t медна руда; 5 t меден концентрат.

„Челопеч майнинг” ЕАД е единственото минно предприятие в страната за подземен добив на медно-златна руда – 2 Mt/год., и едно от най-големите златни находища в Европа. Поради високото съдържание на арсен, получаваният медно-златен концентрат се изнася.

Медните концентрати от двете дружества се преработват в медодобивния комбинат „Аурубис България” АД гр. Пирдоп - табл. 2-3.

Таблица 2-3. Преработени суровини в „Аурубис България” АД от 2005-2015 г.

Суровини, години	2005	2007	2009	2011	2013	2015
Преработен концентрат (t)	899899	789421	991677	1068095	1227926	1203245
- съдържание на мед, %	25,27	27,01	25,68	24,00	24,06	24,57
- метално съдържание, (t)	227445	213248	254662	256343	295435	295690
В т.ч.: от местни концентрати, (t)	73979	70040	82229	84535	75307	71748
- относителен дял, %	33	33	32	33	25	24
от вносни концентрати, (t)	153466	143208	172433	171808	220128	223942
- относителен дял, %	67	67	68	67	75	76
Преработен външен скрап, (t)	16509	19835	25091	54575	60320	56168

Делът на местните концентрати в неговата шихта постепенно намалява от 33 % до 24 %. Количеството на претопявания меден скрап бързо се увеличава. През 2015 г., то е 3,4 пъти повече спрямо 2005 г.

Р. България е значим производител на мед, както в европейски, така и в световен мащаб. Растежът на медната продукция през последните години е постоянен, което се потвърждава и от данните в табл. 2-4.

Таблица 2-4 Ръст на производството на мед в Р. България за 2003-2012г. (1997г.=100%)

Метали, години	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Анодна мед (%)	196,2	206,4	216,8	215,5	212,3	246,0	263.2	235.1	296.1	284.6
Електролитна мед (%)	101,8	122,5	134,0	145,1	154,3	281,1	437.3	478.8	501.8	502.7

Това ни дава основание да прогнозираме, че натискът върху природните ресурси, суровините и околната среда, ще се увеличава.

Главен представител на *вторичната цветна металургия*, произвеждащ прокат от тежки цветни метали и сплави, е “София Мед” АД. Само през 2015 г. предприятието е преработило 71094 t суровини, 19735 t външен скрап, и е произвело 49766 t меден и месингов прокат.

До 90 % от металургичната продукция на страната е предназначена за износ, от която над 50 % е за пазарите на ЕС.

Европейската Агенция за Околна Среда (ЕАОС) е провела изследвания за 10 годишен период по използване на местно добити материали (ИМдМ) на глава от населението, за четири икономически региона: ЕС-15 - старите страни членки; ЕС-10 - новите страни членки; Юго-Източна Европа (включително България); Източна Европа, Кавказ и Централна Азия. Най-висок ИМдМ - 17 t на глава от населението, имат страните от ЕС-15. Най-нисък ИМдМ - 8 t на глава от населението, имат страните от Юго-Източна Европа, вкл. България.

Според „Европейската конференция за минералите - Мадрид 2010 г.”, потребностите от минерални суровини в Европа възлизат над 3 Gt годишно. Около 70 % от производството на ЕС зависи от тези суровини. Очакванията на ЕС са, че с икономическия растеж и увеличаване разхода на суровини, *натискът върху суровинната му база* ще продължава да нараства. За неговото намаляване се поставят високи изисквания по отношение на *материалната ефективност* на производството.

Пост-индустриалните европейски страни (ЕС 15) са постигнали добра материална ефективност - 0,8 kg. за EUR. За България тя е 4,5 kg за EUR - 5-6 пъти по-ниска. Съществува голям резерв за повишаването ѝ.

Стратегията на ЕС за устойчиво развитие изисква страните членки *да разкъсат връзката между икономическия растеж и деградацията на околната среда*. Според ЕАОС това ще се постигне, като се избегне зависимостта между икономическия растеж, използването на материалите и енергията и тяхното въздействие върху околната среда.

Отпадъци - общи сведения

Отпадъците отделяни при различните човешки дейности, в количествено

отношение са едни от най-големите замърсители на околната среда и природата. Някой от тях са с по-високо съдържание на ценни компоненти от добиваните суровини. Очаква се количеството само на производствените отпадъци до 2025 г. да се увеличи петкратно.

В дисертацията „минните отпадъци”, генерирани при добива, обогатяването и металургията на медните руди и концентрати, и *металния скрап* се разглеждат като важни вторични суровини в жизнения цикъл на медта. Те се отнасят към така наречените „скрити потоци”, които в САЩ са над 70 %, а в Япония - почти наполовина от общия материален поток.

През 2000 г. мините в света са добили около 900 Mt метали и са изхвърлени близо 6 Gt скални отпадъци. На 1 t добита мед се изхвърлят 110 t скални отпадъци и се преместват по 200 t откритка.

В документите на ООН и Стратегията на ЕС, отпадъците поради важното им значение се разглеждат като самостоятелен икономически сектор „Управление на отпадъците”. Според „Бюрото за международно рециклиране” в Брюксел, понастоящем в поне 50 държави се преработват над 600 Mt/год. отпадъци, при 160 млрд. USD годишен оборот. Създава се работа на повече от 1,5 млн. души.

Отпадъци в Р. България и ЕС - състояние и анализ

Медните добивни и флотационни отпадъци са 7-10 % от тези на мините и кариерите, които са почти 90 % от твърдите отпадъци в страната - табл. 2-5.

Таблица 2-5 Генерирани отпадъци от някои икономически дейности и от бита
- Р. България

Икономически дейности, (год.)	2004	2008	2012	2014
Общо отпадък от всички дейности (t)	201020467	167646316	161252166	179598136
мини и кариери (t)	171193249	149112027	141082596	159280382
-относителен дял спрямо общото (%)	85,16	88,94	87,49	88,69
производство (t)	5610655	3447004	3008673	3274860
-относителен дял спрямо общото (%)	2,79	2,06	1,87	1,82
продажба на едро на отп. и скрап (t)	132340	18862	350582	598876
-относителен дял спрямо общото (%)	0,066	0,011	0,22	0,33
битови (t)	2633592	2907121	2754523	2604141
-относителен дял спрямо общото (%)	1,31	1,73	1,71	1,45

В „Аурубис България” АД гр. Пирдоп понастоящем се отделят 700 kt медни шлаки годишно, които се флотират за извличане на остатъчната мед. Получават се два продукта - меден концентрат, който се рециклира в медно производство и около 640 kt фаялитов продукт. От същия 10-15 kt годишно се продават на циментовите заводи, а остатъка – който е около 19 % от производствените отпадъци на страната, се съхранява в хвостохранилище.

В България при съдържание 0,431 % Cu в рудата, за производството на 1 t мед се отделят общо 138,35 t твърди отпадъци.

Битовите отпадъци, които достигат до 1,8 % от общите отпадъци, имат важно суровинно значение за страната. Те съдържат много полезни компоненти, включително и метали, които при подходящо третиране могат да бъдат извлечени като ценни *вторични суровини*.

В ЕС средният относителен дял на отпадъците от *мини и кариери* е - 27,48 %, значително по-нисък от този на България - 88,28 %. Най-голям принос в тях (за 2010 г.) имат Румъния (177440834 t), България (150214030 t), Швеция (89026207 t) и Полша (61541018 t).

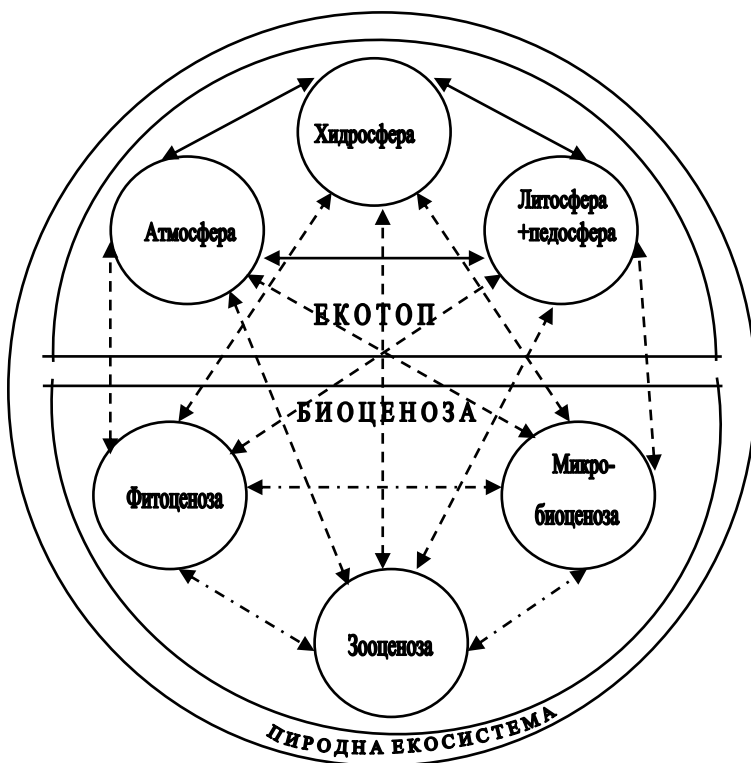
Производствените отпадъци, които включват и металургичните, са средно около 5,5 пъти по-високи от тези за България. Управлението на *отпадъците в ЕС* е съобразено с голямото им нарастване, значението им като вторични суровини и вредата им за околната среда и човека.

Вече има значителни постижения в оползотворяването на минните и производствени отпадъци. В повечето индустриално развити европейски страни съществуват стриктни законодателства за използване на отпадъците като ценни вторични суровини и важното им значение за околната среда и природата.

Използване на веществата в природната екосистема

Устойчиво икономическо развитие в хармония с природата, не може да се постигне без задълбочено изучаване на закономерностите на *устойчивото развитие на биосферата и природните екосистеми*. За да поддържа милиарди години живота на нашата планета, природата е осъществила постоянен, непрекъснат кръговрат на изграждащите я константно количество вещества - фиг.2-2.

Всички кръговрати и цикли в природата са свързани помежду си в *общ кръговрат на веществата на Земята*.



Фигура 2-2 Функционална схема на природната екосистема - видове кръговрати и цикли на веществата според Вилиамс: геологичен кръговрат (голям)- —————; биологичен кръговрат (малък)- - - - - - - - - - - ; биогеохимични цикли-

Управление на суровините и отпадъците

Управление на суровините. Управлението на природните ресурси и суровини има изключително важно значение за устойчивото развитие на рудодобива, обогатяването и металургията. Изисква се то да осигурява:

- *устойчива ресурсна база* включваща: съхраняване на рудните ресурси; превръщане на отпадъците в ресурс; откриване на нови видове ресурси;
- *устойчива суровинна база* включваща: повишаване на качеството ѝ; ефективно и комплексно използване на суровините; намиране на подходящи заместители; увеличаване използването на вторични суровини; намаляване материалоемкостта и увеличаване живота на получаваните продукти; опазване на околната среда.

Трябва да се търсят алтернативни възобновяеми суровинни източници-ВСИ, подобно на ВЕИ.

Управление на отпадъците. От управлението на отпадъците зависи дали ще ги превърнем в ценни вторични суровини или в „боклуци“. То трябва да ги превърща във важен *потенциален суровинен ресурс* разширяващ ресурсната и суровинна бази, водещ до значителни технико-икономически ползи и опазване на околна среда и природата.

Рудодобивът, обогатяването и металургията имат важна роля в тяхното генериране и управление. Съгласно изискване на ООН и ЕС е необходимо да се работи в три основни направления: *превръщане на все по-голям дял от преработваните суровини в стоков продукт; максимално рециклиране на металните отпадъци; въвеждане на иновационни технологии*. Целта е да се премине към „кръгова икономика” с „нулеви отпадъци”.

Количеството на производствените отпадъци, които могат да бъдат оползотворени - N_p , се определя по формула:

$$N_p = N \cdot C_p$$

където: „ N “ е количеството отпадък на единица произведена продукция или преработена суровина; „ C “ е обема на продукцията или суровината, при производството или преработката на която се образуват отпадъците, kg, m², m³; „ p “ е безразмерен коефициент отчитащ дяла на отпадъка, подходящ за използване.

Науката е доказала, че скалните отпадъци и флотационните стерили могат да намерят приложение като суровини за строителството. Скалната маса от рудник „Елаците” има сертификат за строителен материал. Флотационната фабрика на „Аурубис България” АД, може да увеличи с 30-35 % стоковата си продукция чрез получаване на магнетитов концентрат от фаялитовия продукт. Управлението на отпадъците трябва да спомага за постигане на *симбиоза и синергизъм* между рудодобива, обогатяването и металургията с останалите участници: производителите на строителни изделия, търговците на скрап, населението, и др. Повторното оползотворяване и рециклиране на отпадъците, изискват подходяща инфраструктура за тяхното събиране и превръщане във вторични суровини.

Реализиране на кръговрата на веществата в индустрията по подобие на този в природата, ще спомогне да се създаде *вторична суровинна база с първостепенно значение* за металургията.

3. Фактор потребление на енергия в жизнения цикъл на медта – устойчиво развитие

Енергията, както суровините е основен производствен фактор и има първостепенно значение за устойчиво развитие на индустрията. Очаква се световното потребление на енергия до 2035 г. да се увеличи 2 пъти спрямо 1990 г. и да изпреварва нарастването на населението.

Минно-обогатителните и металургични предприятия са сред най-големите индустриални енергопотребители - използват 10 % от световната енергия, и генерират около 50 % от вредните емисии. Добивът и преработването на все по-бедни руди налага да се търсят пътища за

решаване на енергийните им проблеми, които да способстват за устойчивото им развитие. Основни приоритети са подобряване на *енергийната ефективност* и използването на *възобновяеми енергийни източници*.

Потребление на енергия и генерирани емисии в Р.България и ЕС - състояние и анализ

Рудодобивът, обогатяването и металургията за 2006 – 2014 г. (вкл.2008г.) сформират 19 % от индустриалното енергийно потребление - табл.3-1. Рязкото му понижение от 2010г. се дължи на закриването на големи енергопотребители като МК „Кремиковци”, ОЦЗ „Кърджали” и др..

Таблица 3-1 Крайно енергийно потребление на индустриалния сектор в Р. България

Индустрия, год.	2006		2010		2012		2014	
	х.т.н.е.	%	х.т.н.е.	%	х.т.н.е.	%	х.т.н.е.	%
Общо	3530	100	2557	100	2576	100	2606	100
Минно-обогатителна	110	3	78	3	91	4	87	3
Металургична (първична и вторична)	813	23	306	12	293	11	304	12
Химическа	1066	30	848	33	957	37	953	37
Неметална минерална индустрия	673	19	606	24	503	20	521	20
Машиностроителна	119	3	88	3	104	4	98	4
Строителство	90	3	64	3	61	2	73	3
Хранително-вкусова	289	8	252	10	231	9	234	9
Текстилна	123	4	68	3	65	3	61	2
Дърводобивна и хартиена	247	7	247	10	271	11	275	11

Металургията е най-голям потребител от трите дейности. Енергийното потребление на цветната металургия за 2006-2014 г. е отразено в табл.3-2.

Таблица 3-2 Крайно енергийно потребление на цветната металургия в Р. България

Крайно енергийно потребление, год.	2006	2008	2010	2012	2014
Цветна металургия (х.т.н.е.)	159	159	169	133	146

Минно-обогатителната и металургична индустрии емитират основно CO₂ в страната. Приносът им за намаляването на емисиите от парникови газове е съществен. В „Елаците-Мед” АД с намаляване на транспортните разстояния за рудата, от 2009 г. до сега са спестени над 4300 t CO₂. В „Асарел-Медет” АД, новата циклично-поточна технология за извозване на откривка, от 2010-2011 г. е повишила ефективността на рудничния транспорт с 24 % и намалила вредните емисии с 40,9 %. В „Aurubis България” АД намаляването на CO₂ емисии от 2000 до 2008 г. е 62 %.

Международната Група за Климатични Промени (IPCC) и Германският Съвет за Глобални Световни Промени (WBGU) считат, че за смекчаване на

климата съобразно изискванията на Рамковата конвенция на ООН за изменение на климата, е необходимо 50 %-но намаление на CO₂ емисии до 2050г., а за развитите страни до 80 %.

Българската индустрия значително е редуцирала киселинните си емисии. Съществен е приноса на „Aurubis България“ АД, намалило през 2000-2008 г. съдържанието на SO₂ в газовите си емисии с 92 %. Въпреки постиженията, трите производствени дейности ще бъдат под натиск за използването на конвенционалните енергийни източници, и трябва да търсят начини за драстично намаляване на тяхната употреба.

Енергийна ефективност - ЕЕф. Възобновяеми енергийни източници - ВЕИ. Устойчиви енергийни системи - УЕС

Енергийна ефективност. Развитието на *минно-обогатителната и металургична* индустрии у нас в голяма степен способства за бързо намаляване на изостаналостта на нашата икономика спрямо средната ЕЕф в ЕС. В „Елаците-Мед“ АД със значителното намаляване на транспортното разстояние се спестяват около 1,3 млн. литра дизелово гориво годишно. В „Асарел Медет“ АД след модернизирание на флотационната фабрика, разходът на електроенергия за 1999-2011 г. е намален с 36,15 %. В „Челопеч Майнинг“ ЕАД с внедряването на флотационните машини SFR, чувствително ще се понижи разхода на енергия, който понастоящем е 37-38 kWh/t руда.

Мерките за енергийна ефективност в нашата цветната металургия, са намалили потреблението на енергия за периода 2006-2014 г. от 0,48 т.н.е./t метал на 0,29 т.н.е./t метал, при увеличение на производството с 48,8 %.

Въпреки добрите постижения на медния рудодобив, обогатяване и металургия за ЕЕф, тази на икономиката на страната ни е все още много ниска. По данни на Eurostat за периода 2008-2014 г. тя е ~ 3,5 пъти по-ниска от средната за Съюза. Това обстоятелство, както и високите изисквания за устойчиво развитие, ще подлагат на непрекъснат натиск тези дейности за подобряване на ЕЕф.

Възобновяеми енергийни източници. Примерите за използване на ВЕИ в минните, обогатителни и металургични предприятия са твърде малко. Това са ВЕЦ в „Асарел- Медет“ АД и соларната инсталация в „Челопеч Майнинг“ ЕАД.

Според *новата енергийна политика на ЕС*, използването на ВЕИ е ключово средство в неговото устойчиво развитие. Усилията на рудодобива, обогатяването и металургията трябва да се насочат към ускореното развитие, поевтиняване и внедряване на ВЕИ.

Устойчиви енергийни системи. Промяната на *енергийната политика* е свързана и с преориентирането ѝ към нови *устойчиви енергийни системи*. Според П. Хеннике, стратегическите възможности и потенциал за УЕС са свързани с: поощряване на технологичната революция; изграждането на устойчиви пазари за електроенергия от ВЕИ; поощряване на иновациите за ВЕИ, УЕС и енергийната ефективност; използване на най-добрите практики; сигурен достъп до съвременната енергийна база.

Чрез използване на УЕС рудодобива, обогатяването и металургията ще подобряват ЕЕф и ще пренасочат енергийните си системи към използване на ВЕИ в хармония с околната среда.

Енергийна характеристика на природната екосистема

Лъчистата енергия на слънцето и веществата, са основните фактори за поддържане живота и устойчиво развитие на биосферата. Регулярното пресъздаване на живото вещество на природните екосистеми се осъществява, като се трансформира съдържащата се в него енергия. Това се реализира от собствената ѝ биоценоза. *Всяка биоценоза се характеризира с даден тип хранителна верига, която определя енергетичните ѝ способности и продуктивност.* Тя извършва каскадният процес на предаване на енергийния поток от едно трофично ниво на друго в хранителните вериги.

Най-важните енергийни признаци на природните екосистеми са: енергийна зависимост само от слънцето; в термодинамично отношение те са открити системи, относително стабилни във времето; следствие на структурата и функционалната организация на биоценозите им, енергийният поток в тях стъпаловидно преминава по трофичните нива на хранителните вериги, с повишаване на неговата концентрация.

Управление на потреблението на енергия

Управлението за *устойчиво енергийно развитие* (УЕР) на жизнения цикъл на медта трябва да постига три основни цели: енергоефективност; съхраняване на невъзобновяемите енергийни ресурси; и опазване на околната среда.

Преките изисквания за УЕР на всяко предприятие от 3-те производствени дейности включват: анализ на енергопотреблението; проучване на възможностите за използване на ВЕИ; проучване на световните постижения за устойчиво енергийно потребление (УЕП); разработване на програма за УЕР за всяко предприятие. Същата се обновява в зависимост от новите постижения и включва общовалидни мерки, като: внедряване на устойчиви системи за енергийно потребление (УСЕП) и енергоспестяващи технологии; използване на енергийни суровини съответстващи на

производствената дейност; намаляване разхода на енергия на единица преработена суровина и произведен стоков продукт; подмяна на технологично оборудване с енергоефективно; рязко намаляване на енергийните разходи за непроизводствени дейности (осветление и др.) и загубите на енергия; повишаване енергоефективността на транспортните и отоплителни системи.

Потенциалните косвени мерки за устойчиво енергийно развитие могат да са общовалидни за трите дейности, или да зависят от спецификата им. Общовалидно е, че оползотворяването на огромните количества производствени отпадъци, особено от открития рудодобив и обогатяването, ще увеличи многократно и енергийната им ефективност. Закритите и действащи минно-обогатителни и металургични предприятия разполагат с голям сграден фонд и покривни пространства, които могат да се пригодят за *фотоволтаични централи*, вместо използването на земеделски земи. *Рудничните и шлакови насипища, хвостохранилищата, изоставените руднични котловани*, могат също да се използват за тази цел, а *рекултивацията* им да се осъществява с *енергийна растителност*. Съществуват и благоприятни условия за включване на добиваната енергия към централната електрическа мрежа. Реализирането на тези възможности, съчетано с използването на все повече *био горива в автотранспорта*, ще допринесе за постигане на ниско въглеродна икономика.

От потенциалните косвени възможности в рудодобива със съществен принос за ЕЕФ са *подобренията при взривните дейности и рудния транспорт*. Приложението на *съвременните сухи сензорни методи* за предварително обогатяване в рудодобива, ще има съществен принос за ЕЕФ, особено на транспорта и обогатителните фабрики.

Оптимизирането на енергоемките процеси - трошене, транспорт, смилане, флотация, може да доведе до значително подобряване на ЕЕФ във флотационните фабрики.

Възможностите за подобряване на енергопотреблението в металургията, особено при пиromеталургията са големи. Необходимо е да се удължава живота на металургичната продукция и максимално да се използва енергията вложена в нея. Да се минимизират бракуваните и оборотни продукти, отпадъчните енергии (топлинна и др.) и максимално да се оползотворяват неизбежните такива (от шлаки, газове и др.). Високотемпературните отпадъчни газове да се използват за производство на енергия. Използването на малки, комплексни ко-и три генератори вместо хранване от топло и електро-централи, работещи на мазут и въглища, може значително да намали загубите от пренос на енергия и емисиите от CO₂.

Рециклирането на скрап в металургията има голям принос за повишаване на ЕЕф следствие на неговото много по-високото метално съдържание и влагането му в по-късен етап на технологичната верига - табл.3-3.

Таблица 3-3 Икономии на енергия при преработването на различен вид метален скрап в металургията

Метален скрап	Al	Cu	Pb	Zn	Fe
Икономия на енергия, %	95	85	65	72	64

Интегриране на управленческите и производствени взаимоотношения между трите дейности в енергопотреблението, може да доведе до по-добър енергиен баланс и синергизъм между тях, по-добри технико-икономически резултати, повишаване на конкурентоспособността и намаляване на натиска им върху околната среда и природата. *В общата им суровинна технологична верига, ниско енергоемките процеси трябва да се използват за подобряване на ефективността на високо енергоемките.*

4. Фактор технологии в жизнения цикъл на медта – устойчиво развитие

Технологията- „ключовата връзка между човека и природата”, е главен производствен фактор за добив и преработване на суровините, с изключително важно значение за устойчивото развитие. Тя е най-динамичния фактор за въздействие на човека върху природата.

Технологиите в минната промишленост са повлияни от добиване на все по-бедни изкопаеми и широко приложение на *открития добив*, при който се отделят 8-10 пъти повече отпадъци, значително се увеличава екологичния натиск.

При *обогащаването* на медните руди, най-широко приложение намират *флотационните технологии* и за складиране на отпадъците - *язовирен тип хвостохранилища*, вредни и опасни за хората и за околната среда.

От *металургичните технологии*, преобладаващо приложение имат *пирометалургичните*, а при металургията на медта - *автогенното топене*. Металургията отделя около 13 % от световните емисии на SO₂, предизвикващи киселинни дъждове. Все повече научни изследвания потвърждават, че конвенционалните технологии са едни от основните замърсители на околната среда и природата, причинители на климатичните промени.

Технологии в Р. България и ЕС - състояние и анализ

В България около 93% от медните руди, се добиват чрез *открит добив* - в „Елаците-мед” АД и „Асарел-Медет” АД, и чрез подземен ~ 7 % -

„Челопеч Майнинг” ЕАД. За обогатяването им повсеместно се прилагат *флотационните технологии*. При съдържание на мед в концентрата 20-25 %, извличането ѝ е над 82 %. И трите дружества са на световно ниво.

„Елаците-Мед” АД извозва рудата от рудника до обогатителната фабрика през шахта и тунел - дълъг 6,5 km, с транспортна лента - ширина 1800 mm. Многократно е съкратен пътя между двата обекта и е избегнат автомобилния транспорт. За пречистване на отпадъчните води е изградена пречиствателна станция на стойност 17 млн. лв., по иновативна технология използваща рециклиране на утайката - проект на японската фирма Mitsubishi.

„Асарел Медет” АД е инвестирало от 1999 г. до 2010 г. над 500 млн. лв. в проекти за модернизация на целия технологичен цикъл. „Нова циклично-поточна технология за извоз на откривка”, възлизаща на 100 млн. лв., както бе посочено, повишава ефективността на рудничния транспорт и намалява вредните емисии. „Инсталация за екстракция и електролиза на мед от руднични води” на стойност 40 млн. лв., осигурява максимално извличане на медта. Разработва се проект за по-пълно оползотворяване на медните ресурси, чиято реализация се очаква да увеличи около 2 пъти рудните запаси.

Проектът на „Челопеч Майнинг” ЕАД за разширение и модернизация на предприятието е на стойност над 150 млн. USD. В рудника е внедрена съвременна камерна система с последващо пастово запълнение. Оползотворява се голяма част от флотационният отпадък и се удължава живота на хвостохранилището. Средно и ситно трошене са заменени с полуавтогенна мелница и батерия хидроциклони. Компанията първа в света е внедрила стъпков флотационен реактор SFR в промишлен мащаб. Всички производствени процеси са интегрирани чрез съвременна информационна технология. Повишена е ефективността на производството и безопасността на персонала, за което дружеството е получило световно признание.

„Аурубис България” АД - гр. Пирдоп е с най-модерната технология за производство на електролитна мед – ISA 2000. Сярата в изходящите газове се усвоява до 97,5% за добив на сярна киселина. Металургичните шлаки от пещта за топене в летящо състояние и от конверторите, съдържащи съответно 1-1,5 % и 3-3,5 % Si, се флотират. Дружеството продължава технологичното си развитие и обновление, като е инвестирало през 1997-2010г. над 350 млн. EUR. От тях над 23 % са насочени в технологии за опазване на околната среда.

Вторичната металургия в България има също значителен технологичен напредък. В „София Мед” АД са внедрени съвременни ефективни технологии и агрегати. Въведени са високо автоматизирани,

полунепрекъснати и непрекъснати процеси на леене на заготовки от мед, цинк, месингови сплави и безотпадъчна технология за преработка на медните и месингови шлаки.

В *медните мини в ЕС* се използват технологиите както за открит така и за подземен добив. В Швеция е един от най-големите открити рудници в света - „Айтик”. Медните рудници в Полша, са предимно подземни. При обогатяването на медните руди най-широко приложение намират флотационните технологии.

В медната металургия повсеместно се прилагат пирометалургични технологии - предимно топенето в летящо състояние. Получаваните шлаки се обезмедяват в електропечи или флотационно.

Дефицитът от природни ресурси в ЕС способства за развитие на рециклиращи технологии. Компанията Аурубис е с най-добри постижения в това направление. Уникалната ѝ технология - Kayser Recycling System, обединява опробване и подготовка на вторични суровини с последваща преработка в широк спектър от топилни и конверторни съоръжения.

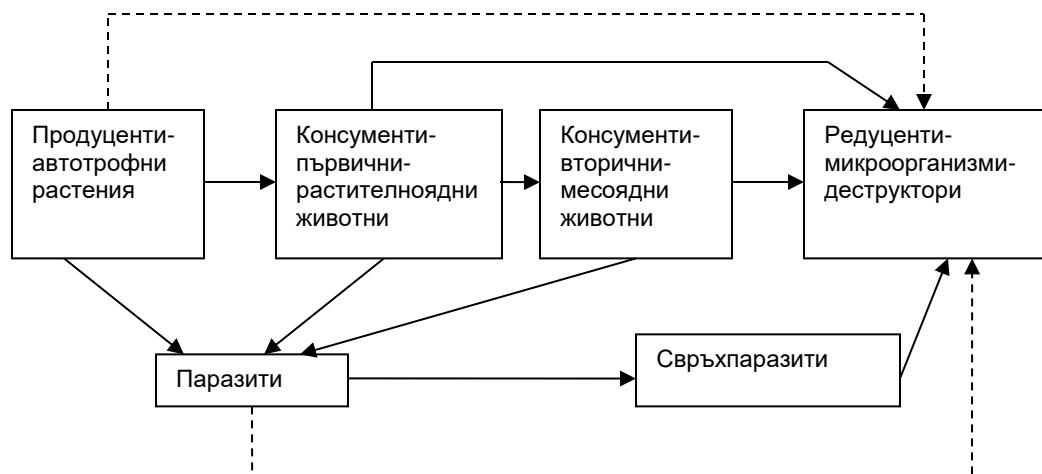
Въпреки постиженията, използваните технологии, особено „открития добив”, са с голям натиск върху околната среда и природата.

ЕС обръща сериозно внимание на технологичното развитие. През септември 2015 г. ЕК прие нов стратегически план, за ускорено разработване и внедряване на ниско въглеродни енергийни технологии.

Природните процеси и развитие на биосферата

Създаването и еволюцията на биосферата е свързано с появата на „живото вещество“ и развитието на *природните процеси*. Между организмите на биоценозата съществуват трайни хранителни взаимоотношения - *устойчиви хранителни вериги*, чрез които както вече обяснихме, се извършва кръговрата на веществата. Те са два основни типа: *пасищна* и *детритна*. Функционалната организация на пасищната хранителна верига е показана на фиг.4-1.

Същността на живота в природата се изразява в постоянното взаимодействие на два противоположни процеса – „*синтез*” и „*деструкция*”, осигуряващи *общия природен кръговрат на веществата и устойчивостта на биосферата*.



Фигура 4-1 Функционална организация на биоценозите- опростена схема на пасищна хранителна верига

Технологии за устойчиво развитие

За прехода към „кръгова” (2030 г.) и „зелена икономика” (2050 г.), трябва да се създават „екологосъобразни технологии”, осигуряващи кръговрата на веществата и понижен екологичен натиск, съхраняващи земните екосистеми и техните ресурси. Изключително значение придобиват енергоспестяващите, ниско емисионни технологии, за енергодобив от ВЕИ, разработване на технологии за нови възобновяеми суровинни източници – ВСИ, заменящи невъзобновяемите.

По *технологиите* за устойчиво развитие на минно-обогатителната и металургична индустрия считам, че трябва се работи паралелно в три основни направления: 1) подобряване на прилаганите технологии за повишаване на технико-икономическите показатели, намаляване на натиска им върху околната среда, рекултивацията на нарушените терени; 2) създаване на технологии за антропогенен кръговрат на веществата - осъществяване на кръговата икономика; 3) създаване на екологосъобразни технологии - осъществяване на зелена икономика.

Икономичността и ефективността са едни от основните направления по които се работи при създаването на съвременните технологии. Голям интерес за екологосъобразното развитие на трите дейности представляват и *нанотехнологиите* за повишаване на суровинната ефективност, за подобряване качеството на продуктите, техния жизнен цикъл и опазване на природата. При *рудодобива* е много важно за всеки минен обект да се проучи възможността и целесъобразността от прилагане на сухи *сензорни технологии* за *предварително обогатяване* на добиваните руди – табл.4-1.

Таблица 4-1. Метално съдържание, вид руди и начин на сензорно откриване

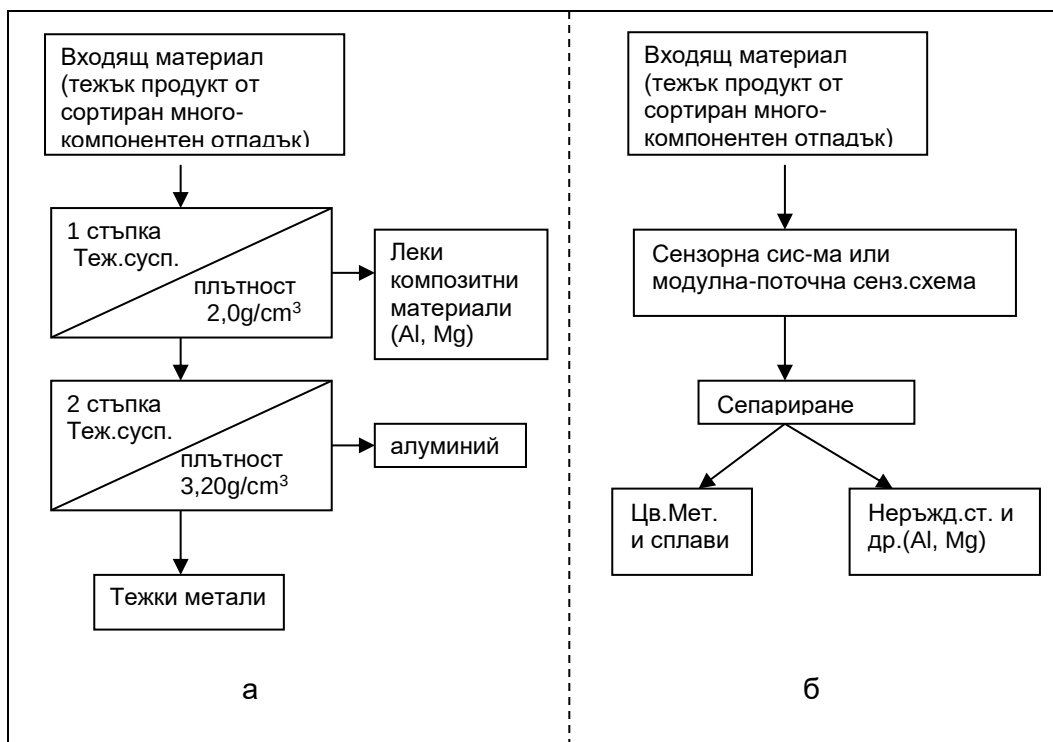
Метално съдържание	Вид на рудата	Начин на откриване
Високо (> 10%)	Fe (окисни)	Директно
	Cr (окисни)	
	Mn (окисни)	
Средно (0,5-10%)	Pb/Zn (сулфидни или окисни)	Директно/индиректно
	Cu (сулфидни или окисни)	
	Sn (окисни) и др.	
Ниско (< 100 ppm)	Pt	Индиректно
	Au	

Задълбоченото проучване и внедряване на *SFR* във флотационните фабрики, може значително да намали разхода на енергия, водопотребление и др.

Улавянето и преработване на вторичните и неорганизираните емисии в металургията или тяхното предотвратяване значително ще намали натиска върху околната среда. Необходимо е да се проучи целесъобразността от въвеждане на конвертиране в летящо състояние и иновативния процес *LUREC®* за преработване на изходящи газове съдържащи над 30 % SO_2 . Много важно е максимално да се увеличи преработването на метален скрап, за което също ще са необходими съответни технологични и агрегатни промени.

Прилаганите сега разрушителните технологии, като *открития добив*, трябва да се заменят с *екологосъобразни* - с *минимален отпечатък върху околната и природна среда*, като хидробактериалното излужване на рудите, нанотехнологиите и други. Промяната на добивните технологии ще окаже влияние и върху развитието на обогатителните и металургични технологии, върху цялостната преработка на добиваните руди.

Богатото разнообразие от *обогатителни технологии* трябва да се използва за преработката на отпадъци, съдържащи висок процент потенциални вторични суровини. Изследванията показват, че *иновативните сухи методи* могат ефективно да заместят конвенционалните и да подобрят значително рециклирането на металите – фиг.4-2.а, б.



Фигура 4-2. а, б. Примерни схеми за преработка на тежкия продукт от сортирането на многокомпонентни отпадъци: а- двустадийна сепарация в тежка суспензия; б- сухо сензорно сортиране.

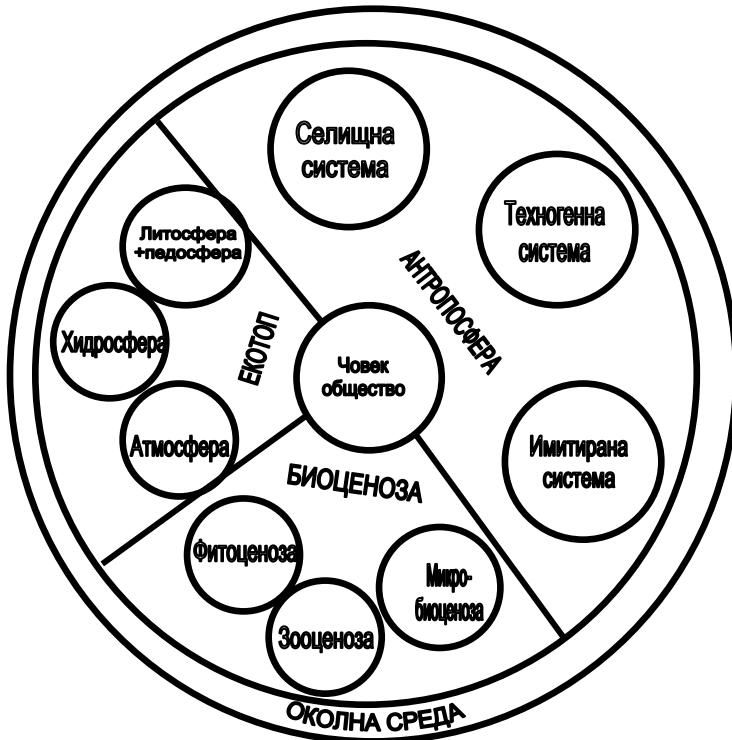
5. Околна среда - устойчиво развитие

Околната среда, съгласно европейското и българско законодателство е „комплекс от естествени и антропогенни фактори и компоненти, които се намират в състояние на взаимна зависимост и влияят върху екологичното равновесие и качеството на живота, здравето на хората, културното и историческото наследство”. Това е жизнената среда на човека и култивираните от него организми в дадена *еко-антропогенна система*-основната градивна единица на *био-антросферата*. Нейната структура, организация, функциониране и качество зависят в голяма степен от природните дадености и степента на развитие на човешкото общество - фиг.5-1.

Съвременното развитие на живота на човека в околна среда се осъществява не чрез приспособяването му към нейните структурно-функционални основи, а в резултат на преобразуване на средата към неговите потребности и изисквания.

Под въздействието на антропогенните фактори, особено на техногенните системи рудодобив, обогатяване и металургия, в природните компоненти на прилежащата им околна среда настъпват следните важни промени от

екологичен аспект: в *структурата на земната повърхност (ландшафта)*; в *състава и природния кръговрат на веществата*; в *природния енергиен баланс и пренос*; в *биотата*.



Фигура 5-1. Принципна структурна схема на околна среда. Природни и антропогенни компоненти: биоценоза- предимно култивирана (повлияна) от човека; екотоп- повлиян от човешката дейност; антропосфера- системите създавани от човека.

Трите разглеждани производствени дейности попадат в групата на най-опасните индустриални отрасли. Ключово значение за това имат използваните технологии и огромното количество отпадъци. Най-съществено е влиянието им върху следните категории на въздействие на човешката дейност върху околната среда:

1. изчерпване на ресурсите (6);
2. отпадъци (9);
3. замърсяване на въздуха (1);
4. загуба на биоразнообразието (3);
5. замърсяване на водите и водните ресурси (10);
6. промяна на климата (2).

Околната среда в Р. България и ЕС - състояние и анализ

Минно-обогатителните предприятия вече са увредили и унищожили в значителна степен прилежащите им територии. За изграждането на „Асарел Медет” АД са унищожени над 10000 да горски и земеделски площи. Откритият рудник на „Елаците-Мед” АД заема площ от 4800 да. Дълбочината му вече е 650 m, като се очаква до приключване на добива да

стигне до 800 m. В подземният рудник „Челопеч” е достигната дълбочина от 900 m, а подземната пътна инфраструктура вече е 80 km. За първичната медна металургия - „Аурубис България” АД, сега най-голям е проблема с твърдите „отпадъци“, включващи над 600000 t/г. магнетито- фаялитов продукт. През 2008 г. депото за същия е надградено, за увеличаване на капацитета му с 2 Mm³.

Минно-обогадителните предприятия в България полагат значителни грижи за околната среда и стремеж да отговорят на свързаните с нея високи съвременни изисквания. За опазването и възстановяването ѝ се влагат значителни средства и се внедряват едни от най-добрите световни постижения. В инвестиционната програма за развитие на „Елаците-Мед” АД за опазване на околната среда са предвидени 84,6 млн. лв. Дружеството има „Програма за опазване и възстановяване на околната среда” с добър проект за управление на водите. Съдържанието на мед в заустваните води е понижено с 51 %. В „Асарел-Медет” АД е изграден първия в страната комплексен екологичен полигон, обхващащ прилежащата му територия. Разработена е и успешно е изпълнена „Програма за отстраняване на стари екологични щети” (2000-2010 г.) и се разработват нови екологични проекти, включително за мащабна рекултивация. В „Челопеч Майнинг” ЕАД използването на част от флотационните отпадъци като пастово запълнение на издетите пространства, редуцира необходимостта от разширяването на хвостохранилището и заемане на нови площи. Рекултивацията на старите хвостохранилища е преустановила емисиите от прах и е подобрила околната среда. Разработен е и се реализира проект за отглеждането на различни видове растения край действащото хвостохранилище - лавандула, шипка, маслодайна роза. Компанията се развива като образец за модерен рудодобив.

„Аурубис България” АД влага значителни средства за подобряване на околната среда. Такива са проектите за прекратяване на експлоатацията на шламоохранилището на завода. Относителните загуби на мед в отпадъчните води от 2000 до 2009 г. са намалени със 73 %, на емисиите от SO₂ повече от два пъти, а тези на праховете над 95 %. Работи се по повишаване улавянето на неорганизираните газове.

„София Мед” АД, оказва много по-малък натиск върху околната среда. Това се дължи на използваните технологии, богати суровини (метали, сплави, скрап), чиста енергия и обратно водоснабдяване.

Изискванията за опазване на *околната среда в Р. България и ЕС* се повишават. Усъвършенства се *нормативната база за отпадъците*, категоризирани в три основни групи: *инертни, безопасни и опасни*. Високи и строги са *нормите на вредни и опасни вещества в заустваните*

отпадъчни води. Металургичните квоти за емисии на парникови газове се ограничават поради въздействието им върху *климатичните промени.* Създадени са правила за търговия с емисии на парникови газове за ЕС за стимулиране на тяхното намаляване. Високи са изискванията на ЕС за опазване *чистотата на атмосферния въздух*, особено към фините прахови частици - „PM10” и „PM2,5”, и киселинни прекурсори.

Въпреки добрите постижения, действащите и вече закритите минно-обогатителни и металургични предприятия, продължават да увреждат околната и природна среда. Рекултивацията значително изостава спрямо разрушителните процеси и натиска върху тях.

Природна околна среда и развитие на биосферата

Природната околна среда - жизнената среда на организмите в природната екосистема, се състои от неорганична и органична природа, към която те се приспособяват. Техните съобщества обаче със съвместната си дейност развиват екосистемите съобразно своите биологични потребности - процес известен като *екологична сукцесия*. Абиотичните фактори, с огромното си разнообразие, им оказват пряко или косвено въздействие. Те имат и важно структуроопределящо значение за екосистемите и определят характера и скоростта на развитието. По този начин, съобществото от организми и средата им на обитания се развиват като едно цяло.

За природната екосистема са важни също така средата на входа и на изхода ѝ, тъй като тя трябва да получава и отдава енергия. Устойчивостта и качеството ѝ зависят от основните ѝ свойства и признаци, съответно от нейната биоценоза. Богатите на биоразнообразие екосистеми са по устойчиви от бедните.

Човешкото общество е зависимо от природната околна среда и е длъжно да я опазва и подобрява.

Управление на околната среда

Използваните технологии, особено откритият добив имат главен принос за големия натиска върху околната среда. Опазването ѝ има решаващо значение за прекъсване на връзката между индустриалното развитие и нейната деградацията и допринася за хармонизиране на развитието на трите дейности с нейното устойчиво развитие. Управлението на околната среда в медодобивната индустрия има за задача да интегрира нейната превантивна защита с производството. Повишаване качеството на околната среда трябва да се постига чрез:

- премахване на отпадъците, увеличаване на рециклирането;
- третиране на отпадъците подлежащи на депониране съобразно бъдещото им оползотворяване;

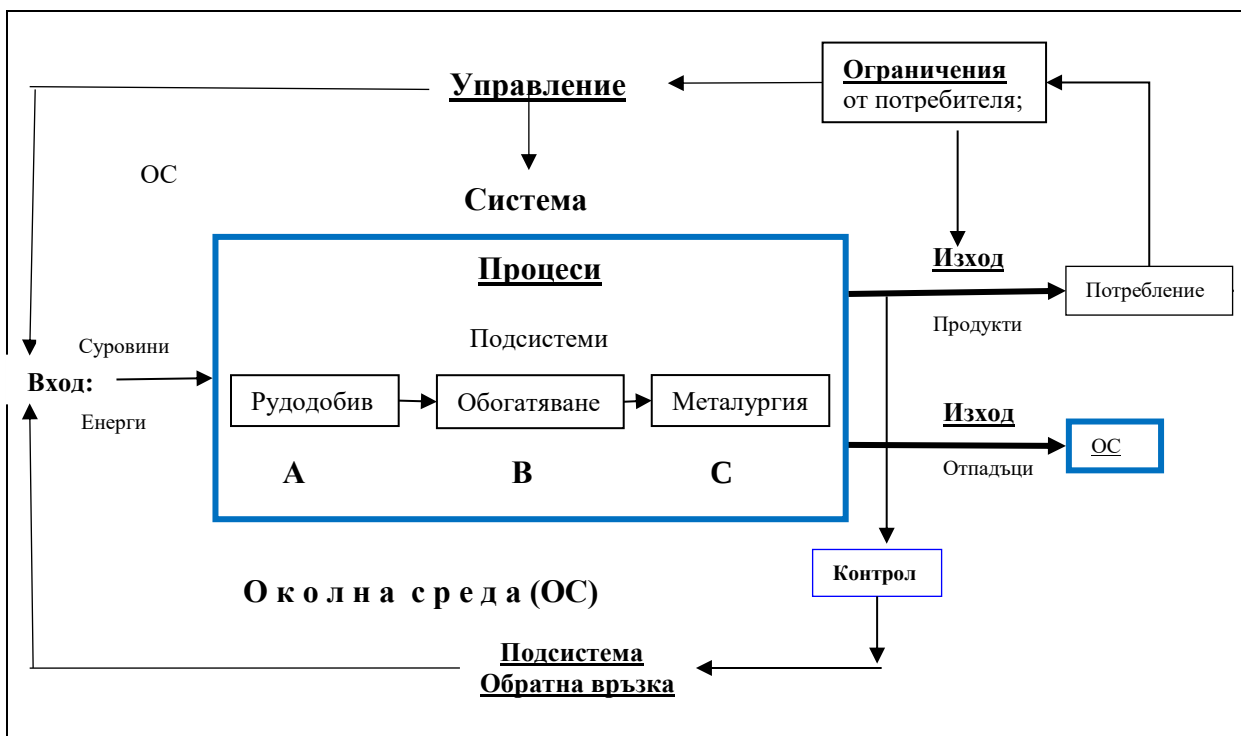
- рехабилитация и рекултивация на старите замърсявания;
- поддържане чистотата на въздуха;
- поддържане на чисто водно стопанство и използване на обратно водоснабдяване;
- проекти свързани с изследвания и технологии за опазване и подобряване на околната среда.

6. Управление за устойчиво развитие на жизнения цикъл на медта

Управлението е една от най-важните и отговорни човешки дейности. В наше време, държавата и пазарът се разглеждат като единствените надеждни и значими сили за управление. Основен обект на проучване и управление е *системата потребление-производство*. Прилаганите управленчески системи, удовлетворяващи консуматорското общество, водят до *неустойчиви модели на потребление и производство*.

Много автори считат, че сегашният начина на управление на обществото и икономиката съкращава бързо живота на нашата планета.

Глобалните промени настъпващи в природата вследствие намесата на човека, налагат дълбоки управленчески и структурни промени в индустрията. Това касае особено отраслите с голям екологичен натиск, включително минния и металургичния. Особено внимание заслужава широко прилагания управленчески метод с помощта на обратната връзка съобразен с един изход- стокният продукт, и ограниченията поставени от потреблението - фиг.6-1.



Фигура 6-1 Принципна схема на управление с помощта на обратната връзка на система с подсистеми: А рудодобив, В обогатяване, С металургия при пазарната икономика

Управление в Р. България и ЕС - състояние и анализ

Действащите медни минно-обогатителни и металургични предприятия в страната имат значителни управленчески успехи, касаещи и устойчивото развитие. „Елаците-Мед” АД за първи път в Европа, е внедрило модерна система за управление на минното производство - Dispatch. Повишена е производителността на машинния парк и на обслужващите го спомагателни процеси. „Асарел- Медет” АД е първата българска компания от тежката индустрия, която от 2003 г. работи по „Интегрирана система за управление по стандартите за качество, екология и условия на труд”. „Челопеч майнинг” ЕАД през 2012 г. за първи път в света внедрява напълно интегрирана система за управление на подземния рудодобив. Управлението на „Аурубис България” АД цели постигането на конкурентна способност в хармония с природата, чрез квалифициран персонал и модерна технология. Дружеството и двете минни предприятия за открит добив, притежават сертификати за ефективно използване на *системи за управление на качеството на околната среда, за здравни и безопасни условия на труд*, свидетелство за конкурентоспособността на българските предприятия на международните пазари.

България вече има „Национална стратегия за развитие на минерално-суровинната индустрия” до 2030 г. Тя трябва да се допълни и за металургията, тъй като трите дейности са взаимосвързани.

България има добро законодателство касаещо рудодобива, обогатяването и металургията, за: подземните богатства, опазването на околната среда, управлението на отпадъците, чистотата на атмосферния въздух, водата, защитата от шум. Проблем са обаче неговото спазване и занижен контрол.

В управлението съществуват и някои недостатъци. Използване на средствата по оперативните програми на ЕС е все още на ниско ниво. От отпуснатите средства по ОП „Конкурентоспособност” 2,4 млрд. лв., за повече от 4 г. са усвоени само 503 млн. лв. Ние сме една от 9-те страни с отчетен разход за ПиР по-малък от 1 % от БВП. За 2012 г. той е 0,62 %, докато средно за ЕС е около 2,01 % при заложен ръст до 3 % до 2020 г.

Суровинният сектор е изключително важен за устойчивото развитие на ЕС. Изградени са няколко управленчески органа: *Европейски Институт по Иновации и Технологии* - EIT, *“Общества на знания и иновации”* - KIC, *„Обществото на знания и иновации по суровините”* - KIC RM. Към EIT е създадено *подразделение за ресурсите и суровините* - EIT RM, а към *Mauntanuniversitaet* в гр. Льобен, Австрия - *Регионален Иновационен Център за Суровини за Източна и Югоизточна Европа* - RIC ESEE. Водещ в неговата дейност е *„проекта Медна Мрежа”*.

За да бъде световен индустриален лидер, ЕС изисква страните членки да постигнат стабилна *кръгова индустрия*. Българските рудодобив, обогатяване и металургия могат да бъдат в челните редици на европейската индустрия. Затова е необходимо да използват всички възможности, които се предлагат от държавата и ЕС.

Биосфера - устойчиво развитие чрез самоуправление

Устойчивото развитие на природните екосистеми изграждащи биосферата се обуславя от техните *структура, организацията, функциониране*, и реализацията на такива *автогенни процеси*, като *самоуправление, самовъзстановяване, саморегулиране, самопречистване* и др. Най-важните функции на екосистемата са *възстановяване на живото вещество, кръговрата на веществата, стъпаловидния поток на енергия*.

Екологичната сукцесия - еволюцията на екосистемите е последователната смяна на една биоценоза с друга. *Хомеостаза* - *устойчивостта на природните екосистеми* е способността на живите системи, включително и на популациите да се *саморегулират*, използващи *принципа на обратната връзка*. Устойчивото развитие на природата е невъзможно без: способността на живите организми да се *възпроизвеждат* и *саморегулират*; *естествения подбор* и *био- разнообразието*; едни от основните им свойства- *еластичността* и *адаптацията*. *Трайните хранителни взаимоотношения* имат важно значение за *равновесието* и

устойчивостта на биоценозите. Симбиозата подпомага положителните междувидови взаимоотношения. За устойчивото си развитие природата използва не само положителните но и отрицателните взаимоотношения между организмите, като конкуренцията и хищничеството.

Управление за устойчиво развитие

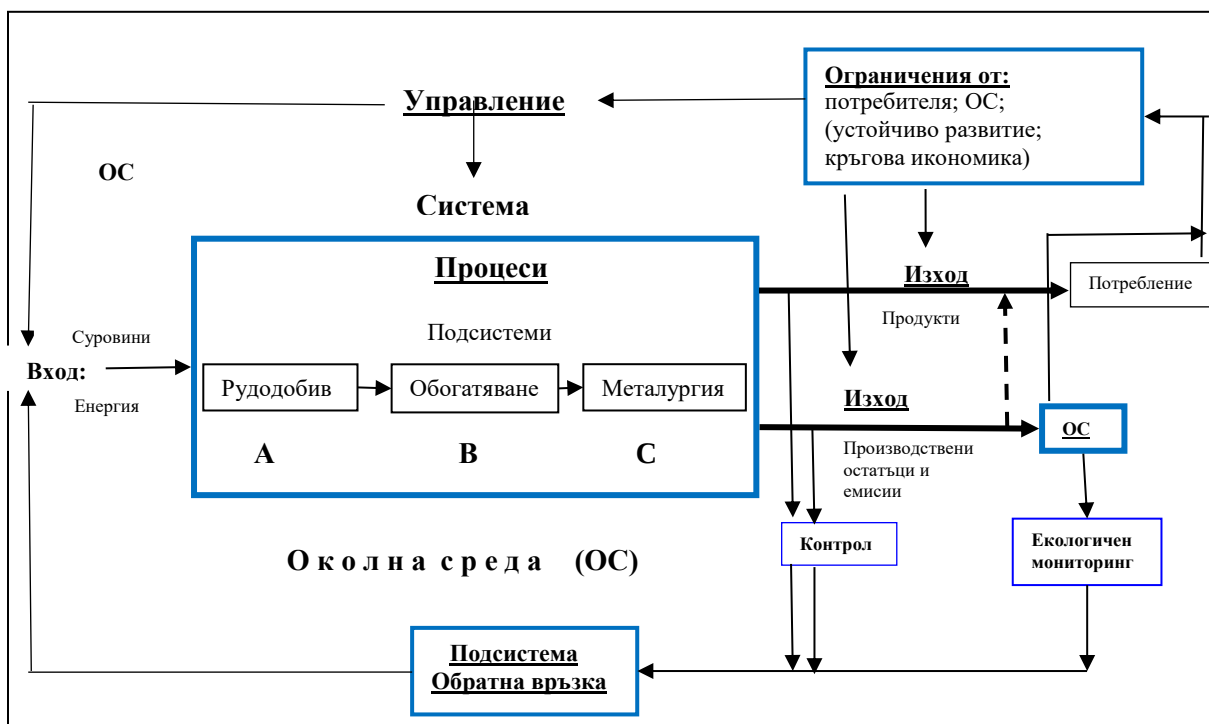
Управлението има ключова роля за устойчивото развитие на рудодобива, обогатяването и металургията, за превръщането им в екологосъобразни индустриални дейности. То трябва да обхваща целия жизнен цикъл на медта - ресурсната и суровинна (първична и вторична) бази, цялата производствено-потребителска верига, и опазването на околната среда.

Ключовото изискване за прекъсване на връзката между икономическия растеж и деградацията на околната среда, ще се осъществи чрез реализиране на преобладаващ качествен а не количествен растеж.

Управлението за устойчиво развитие на рудодобива, обогатяването и металургията трябва да се осъществява в три основни направления за : съществуващите предприятия - чрез бързото внедряване на научните постижения и най-добрите налични практики; бъдещите предприятия - създаване на нови управленчески системи за хармонизиране на производствената дейност с природата; съхраняване на ресурсната, увеличаване на суровинната база и тяхното разнообразие- увеличаване и разнообразяване асортимента на рециклираните суровини.

Трябва да се увеличат висшистите в управленческата и производствена дейност, да се инвестира във висшето образование и науката. Необходимо е актуализиране на учебните програми, включване на нови учебни предмети, на нови специалности във висшите учебни заведения.

Базирайки се на системният анализ считам, че за устойчивото развитие на жизнения цикъл на медта е най-подходящо управлението с помощта на обратната връзка. Създадената от нас примерна схема на такова управление е показана на фиг.6-2. Основните промени са свързани с изхода на системата. Важен компонент след стоковият продукт са производствените остатъци и емисии, които причиняват екологичния натиск върху околната среда. Тя е втори равностоеен ограничител на потреблението. Важно направление е минимизиране на производствените остатъци и превръщането им в стоков продукт. За включване на натискът върху околната среда към обратната връзка, е необходимо изграждане на екологичен мониторинг.



Фигура 6-2 Принципна схема на управление с обратната връзка за устойчиво развитие на система с подсистеми рудодобив, обогатяване, металургия.

Управленческият инструментариум за устойчиво развитие е в начален стадий на изграждане. Началото е поставено от експертна група към ЕС - *Scientific Advise Group- SAG* (2010 г.), която е разработила *мрежа от важни индикатори за устойчиво индустриално развитие*. Поради големия ѝ обем, от основните индикатори за натиска върху ОС сме избрали само тези, касаещи жизнения цикъл на медта и сме ги допълнили със значителен брой нови предложения. Предлагащите индикатори са за: замърсяването на въздуха; климатичните промени; изчерпването на ресурсите; образуването на отпадъци; замърсяването на водите и водните ресурси.

Предлагам индустриализацията на даден район да се предшества от *предварителни екологични фонове изследвания за неговото състояние*, които да бъдат базата за определяне на екологичния натиск на реализираната производствена дейност.

7. Заключение

Изпълнението на заложените в дисертационния труд предложения и препоръки ще допринесе за устойчивото развитие на рудодобива, обогатяването и металургията на медта, за повишаване на конкурентоспособността не само на нашата, но и на индустрията на ЕС.

8. Основни приноси на дисертационния труд

Научни и научно-приложни приноси:

Въз основа на задълбочено проучване на глобалната концепция за устойчиво развитие са систематизирани основните приоритети и изисквания за развитие на главните производствени фактори: суровини, потребление на енергия, технологии, околна среда, и управление за устойчиво развитие на рудодобива, обогатяването и металургията на медта.

За всеки фактор е направено задълбочено проучване за участието му в управлението на природните екосистеми и приноса му за устойчивото им развитие.

Разработен е управленчески модел за всеки от разглежданите производствени фактори, съобразно изискванията за устойчиво развитие.

Предлагат се начини за изграждане на наукосъобразна, устойчива разширена медна суровинна база.

За постигане на устойчиво развитие на рудодобива, обогатяването и металургията на медта се предлага, в научно-изследователската дейност да се включат разработване на екологосъобразни технологии и изследвания за алтернативни и възобновяеми суровини източници - ВСИ.

Предлага се управлението за устойчиво развитие на трите производствени дейности да създава управленчески системи за тяхното хармонизиране с прилежащите природни екосистеми и въвеждане на кръговрат на веществата.

Методологията за управление на жизнения цикъл на медта с помощта на обратната връзка е подобрена и допълнена с изискванията и принципите на устойчивото развитие.

Разработени са индикатори за отчитане на натиска върху околната среда от трите индустрии, включени към създадената от SAG мрежа от индустриални индикатори за устойчиво развитие.

Към научния труд е проявен интерес от RIC-ESEE- гр. Льобен, Австрия, за включването му към *„проект Медна Мрежа”* и създаване на научно сътрудничество.

Приложни приноси

Въз основа на анализ и оценка на медодобивното производство в страната и ЕС за неговия ускорен преход към устойчиво развитие са: уточнени приоритетите за рудодобива, обогатяването и металургията на медта; предложени интегрирани подходи за оползотворяването и рециклирането на отпадъците; предложени съвременни технологии за достигане на устойчива медна ресурсна и суровинна бази.

Предложените индикатори към мрежата за определяне на натиска върху околната среда осигуряват възможност за контрол на ефективността на цялостната технологична верига и спомагат за повишаване на отрасловата конкурентоспособност.

Резултатите от дисертацията са отразени в доклади и публикации:

1. L. Ilchev, Report “Directions for Sustainable Development of Mining, Concentration and Metallurgy for Copper in Republic of Bulgaria- for achieving EU’s objectives” Final Agenda 3rd ESEE Dialogue Conference, <http://www.esee.at/de/4940>, Leoben, Austria, 12-13.10. 2015 – приложено копие
2. L. Ilchev, N. Davcheva-Ilcheva, Indicators Describing Pressures on Environment from Industry, Journal of Chemical Engineering and Chemistry Research, Vol. 2, No 6, pp 635-640, Ethan Publishing Company, USA, June 2015 – приложено копие