



## РЕКУЛТИВАЦИЯ НА СЪОРЪЖЕНИЕ ЗА МИНЕН ОТПАДЪК – ОКИСНО НАСИПИЩЕ НА ТЕРИТОРИЯТА НА „АСАРЕЛ-МЕДЕТ“ АД - ГР. ПАНАГЮРИЩЕ

инж. Мариела Джиджинкова, [ekolog@asarel.com](mailto:ekolog@asarel.com)  
Павел Господов, [pgospodov@asarel.com](mailto:pgospodov@asarel.com)

### ABSTRACT

*Oxide dump is a facility for mine tailing and it serves to deposit the out of balance ore that undergoes leaching. An innovative approach for technical and biological reclamation of a facility in operation is applied to the dump. The reclamation is realized as the terrain is resized, laying a layer of crushed stone and gravel, and covering it with geotextile. A layer of soil material with a special geogrid is laid and materials for stability and limitation of erosion processes. The terrain is grassed. A drainage system is built to catch and discharge the waters that are directed to the technological process for production of cathode copper.*

### РЕЗЮМЕ

Окисно насипище е съоръжение за минен отпадък и служи за депониране на извънбалансова руда, която се подлага на излужване. На насипището е приложен иновативен подход за техническа и биологична рекултивация на съоръжение в процес на експлоатация. Рекултивацията се реализира като терена се преоткосира, полага се пласт трошен камък и чакъл, покрива се с геотекстил. Полага се пласт от почвен материал със специална геомрежа и материали за стабилност и ограничаване на ерозионните процеси. Теренът се затревява. Изградена е дренажна система за улавяне и отвеждане на водите, които се насочват към технологичния процес за производство на катодна мед.

### 1. Кратко описание на Окисно насипище и околната среда

Окисно насипище е разположено на юг от открития рудник, върху склон с предимно югоизточно изложение. Тялото има конусообразна форма и е изтеглено в посока Север-Юг. В момента Окисно насипище е изградено до кота 912, включвайки берми на условни коти 825, 850, 875, 892, 906 и хоризонтална площадка на к.912. Насипището служи за депониране на извънбалансова и окисна руда от добива на медни руди, която се подлага на излужване. Технологичната схема е показана на фиг. 1.1.

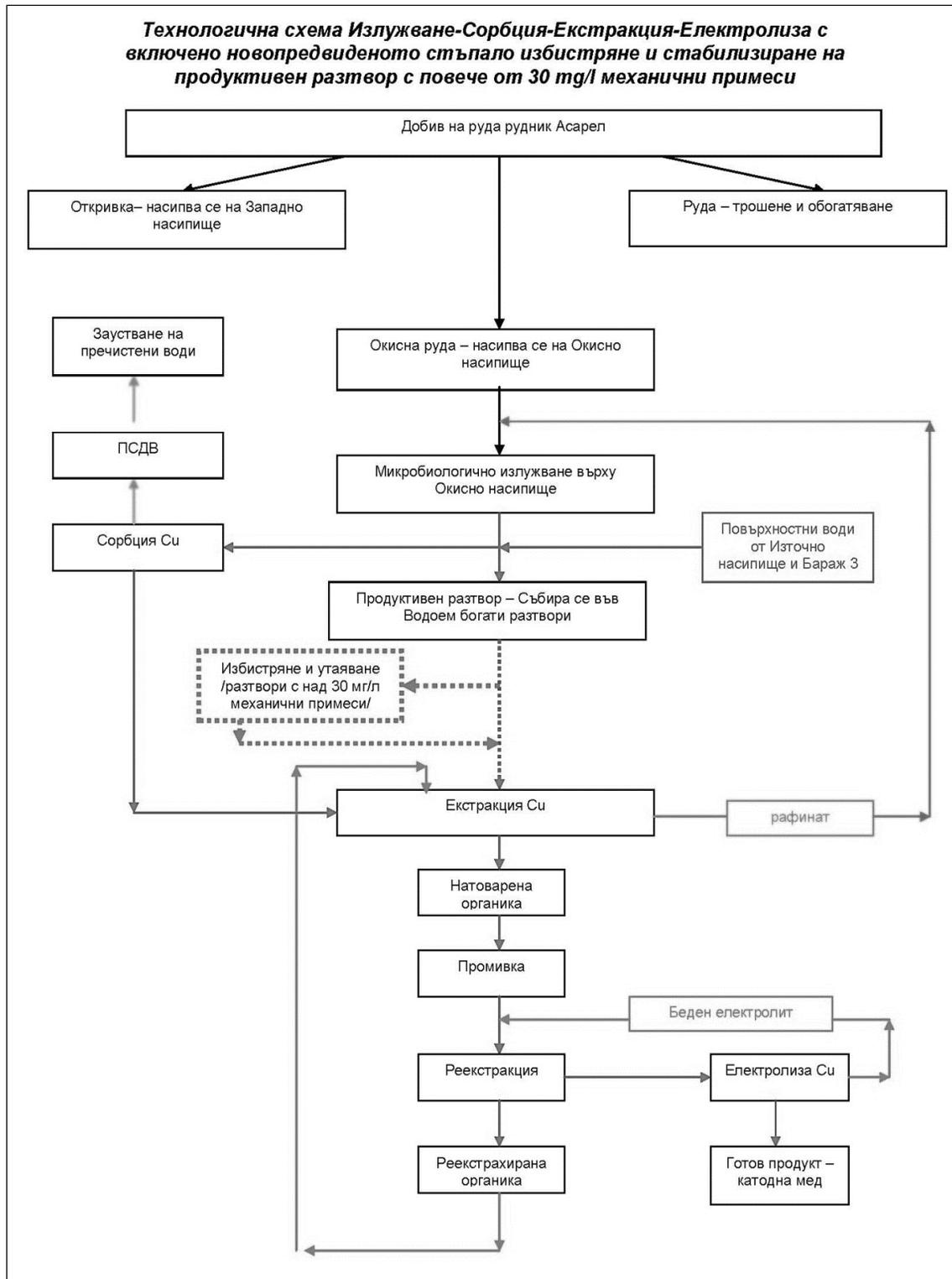
За интензифициране и оптимизиране процеса на излужване на рудите под берма 875 е реализиран проект, включващ водоземна шахта за 10000 m<sup>3</sup>/24часа, магистрални и разпределителни тръбопроводи захранващи берми 850 и 875, както и 147 сондажа, разпределени по двете берми и 19 хоризонтални оросители положени по откоса между тях.

През 2013 г. е реализиран проект за интензификация по берма 892 в източната част на насипището и откоса под бермата. Прокарани са магистрален и разпределителен тръбопровод, 91 бр сондажа и 15 бр. оросителя по откоса между берми 875 и 892.

За подобряване на ерозионната устойчивост на стръмните откоси под берма 825 в южната и източната част на насипището е изпълнен проект, който включва мероприятия за укрепване на откоса и управление на работните разтвори.

За отводняване на Окисно насипище е реализиран проект за изграждане на разделни системи от хидротехнически съоръжения за улавяне и извеждане на чистите води и продуктивните разтвори от Окисното насипище.

Водите от насипището се управляват диференцирано, а това води и до подобрене на екологичния статус на района.



Фиг. 1.1.

В западната част на Окисно насипище, по проект е изградена дренажна система и предпазен вал, посредством които се минимизира опасността от замърсяване на околната среда вследствие преливане на водоем „Свинарски дол“.

Изградена е мониторингова система за наблюдение на деформациите, състояща се от



наблюдателни репери, снабдени с отражателни призми, разположени на хоризонт 825.

Введена в експлоатация е и система от пиезометри на берми 825, 850, 875 и 892 за наблюдение изменението на водното ниво в тялото на насипището.

Мониторинговите системи са автоматизирани, с възможност за предаване и обработка на информацията в реално време.

Дренажните води са насочени във водоем «Богати разтвори» и 2000 м<sup>3</sup> резервоар, където освен водите от Окисно насипище, постъпват и дренажни води от Източно насипище, както и богати на мед води от Сорбционната инсталация.

Помпената станция на сорбционна инсталация служи за изпомпване на обезмеднените води до буферен резервоар при инсталация за екстракция и електролиза, откъдето водите се използват за оросяване на окисното насипище или се отвеждат в хвостопровода.

На сорбция се подлагат дренажните води от Източно насипище и тези от Бараж 3 на р. Асарелска.



Фиг. 1.2. – Снимка на «Окисно насипище»

Депонирането на окисната руда на насипището, от която се излужва мед е в съответствие с чл.5 на Директива 2006/21/ЕС, **за насърчаване възстановяването на добивните отпадъци чрез повторно използване, с цел извличане на полезни изкопаеми (reclaiming)** там, където това е екологично съобразно в съответствие със съществуващите екологични стандарти и с изискванията на Директивата.

Окисно насипище, като депо за минни отпадъци и същевременно производствена единица в технологичната верига за добив на електролитна мед отговаря едновременно на следните условия:

1. Осигурена е дълговременна устойчивост на бордовете при основно и особено съчетание на силите както в периода на експлоатация, така и след това;

2. Хидротехническите съоръжения за управление на повърхностни води и продуктивни разтвори гарантират проводимост при нормални и екстремни климатични и експлоатационни условия;

Окисното насипище е разположено в долината на дълбоко дере, със стръмни скатове, направляващи инфилтриралите се повърхностни води по естественото му легло. Общата водосборна площ, с прилежащите в съседство територии от други подобекти, е около 600 dка, със средна надморска височина 830 – 840 m. Хидроложките условия в района на Окисното насипище не се различават от общите условия, характерни за площадка "Асарел", т.е. насипището е изградено върху южно-български гранити (гранити и гранодиорити), които на повърхността са напукани и изветрели. Тези комплекси са слабо водоносни. Те са хидротермално променени, поради което възпрепятстват инфилтрационните процеси, което е изключително важно по отношение на опазването на компонентите на околната среда.

Към Окисно насипище са изградени следните съоръжения за недопускане на изтичане и дренiranje на разтвори към околните терени и опазване на околната среда:

- Притовофилтрационна завеса в два реда към р. Асарелска;
- Отбивен тунел на р. Асарелска;
- Хидротехнически съоръжения /ХТС/ (баражи, канавки, колектори);
- Противофилтрационна завеса към р. Свинарски дол.



## 2. Рекултивация

Окисното насипище условно е разделено на участъци и технологията за изпълнение на техническите решения е разработена за всеки участък.

Техническите решения са определени и съобразени със съществуващите условия и спецификата на обекта, тъй като насипището е в процес на експлоатация. Наклоните и дължини на откосите са съобразени със съществуващите съоръжения за интензифициране и оптимизиране процеса на излужване и водоотвеждащи съоръжения и с изискванията на нормативната уредба.

### Преоткосиране (намаляване ъгъла на откосите).

Чрез изкопно насипни работи и преместването на материала се извършва подходяща вертикална планировка за намаляване ъглите на откосите (до 25 °) и за оформяне на бермите. Напречният наклон на бермите от 4% към стъпката на откосите и надлъжният наклон са съобразени с подходящо отвеждане на атмосферните води.

### Полагане по откосите на 35 см чакъл, служещ за площен дренаж за поемане и отвеждане на киселите инфилтрационни води.

В петата на откосите от трошен камък се оформя ограничителна призма (като ивичен дренаж). Той служи за задържане на материалите, които се полагат върху откоса. В него влизат и геосинтетичните материали.

По откоса се полага чакъл (фракция 25-75mm за 250 мПа), с дебелина на слоя от 35 см, служещ за площен дренаж за поемане и отвеждане на киселите инфилтрационни води.

### Полагане на дренажен геокомполит - за извеждане на киселите водите извън тялото на насипището, като се предотвратява появата им на повърхността.

Дренажният геокомполит работи като площен дренаж, бързо отвеждащ както дрениралите отгоре надолу повърхностни води, така и непоетите от положения чакъл инфилтрирани води. По този начин се предпазва почвеният слой и покривната растителност от агресивното действие на киселите води, съдържащи тежки метали, алуминий и сулфати.

### Оформяне на рекултивиращ почвен слой – 40 см за осигуряване на нормални условия за растеж на бъдещата растителност.

Рекултивиращият пласт с мощност 40 см се оформя от почвени материали за създаване на коренообитаем слой за развитие на тревната растителност и поддържане на нормален воден режим. За осигуряване устойчивостта на рекултивиращия пласт същият се полага върху армираща геомрежа.

✓ Осигуряване на противоерозионна защита на почвения слой, за да не възникнат ерозионни процеси (преди да се развие растителността).

Противоерозионната защита на почвения пласт се осъществява чрез брегови укрепителни плетчета.

## 3. Техническа рекултивация

Техническата рекултивация включва:

- вертикално планиране /преоткосиране/
- хидроизолация
  - полагане на геомембрана от високоплътен полиетилен GSE HD (2 mm)
  - полагане на дренажен геокомполит тип DRANINTUBE 400 FT 0,5 D20
  - нетъкан геотекстил GEO PP AG 500.



Фиг. 1.3. Етап от изпълнението на рекултивацията

#### 4. Биологична рекултивация

За съоръжение за минни отпадъци Окисно насипище биологичната рекултивация включва:

- ✓ Предпосевно минерално торене с:
  - суперфосфат - при норма 30 kg/dka;
  - калиев сулфат – при норма 10 kg/dka.

Предсеитбеното торене с фосфорни торове е необходимо за покълване на семената и дава благоприятно отражение върху инокулацията с грудкови бактерии, увеличава количеството на зелената маса и корените. Фосфорните торове заедно с калиевите повишават участието на бобовите треви в тревостоя, което помага за натрупване на повече азот в почвата.

- ✓ Култивиране

Култивирането се извършва като предсеитбена подготовка на почвата.

Чрез култивиране на повърхностния слой 0.10-0.12 m, се постига разрохкване, размесване и наситняване на почвата, така се осигуряват оптимални условия за извършване на затревяването.

- ✓ Затревяване

Затревяването се изпълнява с тревна смеска, комбинирана от многогодишни тревни видове:

- Пасищен райграс (*Lolium perene*) – 25%;
- Червена власатка (*Festuca rubra*) – 25%;
- Еспарзета (*Onobrychis viciifolia*) – 25%;
- Бяла детелина (*Trifolium repens*) – 25%.

Подбраната тревна смеска се състои от добре съчетани и взаимно допълващи се тревни видове. Житните треви предпазват почвата от водна и ветрова ерозия поради здравия и плътен чим, който развиват. Те са с висока конкурентна способност и по-голяма издръжливост на неблагоприятни климатични и почвени условия. Бобовите треви подобряват азотния баланс на почвата и спомагат за по-активното развитие на останалите видове. Предвижда се засяването да се проведе със сеитбена норма 25 kg/dka, поради необходимостта от бързо поникване и формиране на плътен чим.

Непосредствено след засяването на семената се извършва валиране (притъпкване) на почвения субстрат.

- ✓ Подхранване с изкуствени торове за стимулиране растежа на тревните видове
  - Припосевно минерално торене с амониева селитра – при норма 20 kg/dka;



- Азотното торене засилва растежа на растенията (ускорява развитието на листната им маса), при което се получава добро тревно покритие на откоса. Колкото е по плътна растителната покривка, толкова по-голяма е нейната противоерозионна ефективност и по-слабо проявлението на ерозионните фактори.
- ✓ Поливане  
За пълноценно усвояване на торовете и за поддържане на почвена влага, необходима за развитие на растителността, се извършва поливане на затревените площи. При ранно пролетно засяване на семената се предвижда второ поливане при засушаване през летните месеци.



Фиг. 1.4. Етап от засаждането на експериментален участък с лавандула като част от биологичната рекултивация на съоръжението

#### 5. Повърхностен водоотлив на рекултивирани терени

По работен проект е изградена дренажна и събирателна система от открити канавки, отвеждащи водите извън контура на отвала, и противифилтрационна завеса в петата на насипището за улавяне на дренажните води и регулярния повърхностен отток, който е силно закиселен.

#### 6. Мониторинг на определените ключови параметри

Във връзка с изискванията на *Наредбата за управление на минните отпадъци*, през 2014 г е извършено „Основно охарактеризиране на отпадъците от съоръжение за минни отпадъци /СМО/ – Окисно насипище“. На база резултатите от това изследване са определени т.нар. ключови параметри за СМО. В тази връзка ежегодно се извършва четирикратен мониторинг на определените ключови параметри, като резултатите се отразяват в годишни доклади и се прави оценка на съответствието. Същата се докладва ежегодно до 31 март за предходната година, като част от информацията по приложение № 6 към чл. 43 от *Наредбата за управление на минните отпадъци*.

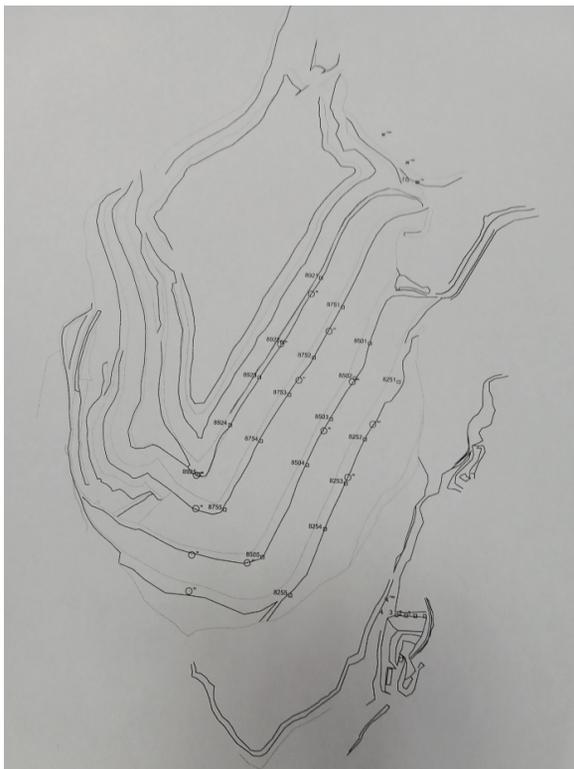
Направената оценка на съответствието показва, че минният отпадък отговаря на показателите от основното му охарактеризиране.

#### 7. Мониторинг на устойчивостта на съоръжението

Изградена е автоматизирана мониторингова система за следене на деформациите на Окисно насипище, която покрива 100% от площта на съоръжението. Системата успешно изпълнява своите



функции. Чрез нея се сигнализира в най-ранен стадий за отклонения, с цел предприемане на бързи и адекватни действия.



Фиг. 1.5. СХЕМА на местоположение на сондажи и призми от мониторингова система за наблюдение Trimble 4D Control

### 7.1. Роботизирана тотална станция

Роботизираната тотална станция на всеки кръгъл час извършва измерване на всички заложили 20 репера. Същата е снабдена с автономно захранване.

### 7.2. Репери за наблюдение

Всички репери са трайно стабилизиращи и сигнализиращи с призми. Същите са разположени съгласно дадената схема на фигура 1.5.

### 7.3. Софтуер за обработка на измерванията

За управлението на системата за мониторинг, обработката и анализа на резултатите от измерванията в реално време се използва специализиран софтуер. Това е мощна, съвременна софтуерна платформа за автоматизиран мониторинг, базирана на изключително прецизни геодезически измервания в реално време. Позволява съвместна обработка и интерпретация на данни, получени от няколко различни вида инструменти, автоматизирани тотални станции, GPS/GNSS приемници. Това на практика разширява възможностите за събиране на данни и получаването на по-надеждна и по-достоверна информация за деформационните тенденции на обекта. Съществува възможност да се изготвят таблични и графични справки за поведението на даден репер или цяла зона, за определен период от време.



## 8. Заключение

В реализацията на проекта за рекултивация, отводняване и контрол на съоръжение за минни отпадъци Окисно насипище са използвани най-добрите световни практики. Уникалното в случая е, че рекултивацията се реализира в действащо съоръжение за минни отпадъци. Проектът е на стойност над 10 милиона лева и се реализира за първи път в света.

Един декар от рекултивирани площи на депото през 2015 г. е засаден експериментално с лавандула, като през 2017 г. е произведено и първото масло от добитите над 110 килограма лавандулов цвят.

След като бе възстановена ландшафтната инфраструктура, съоръжението представлява привлекателна зелена площ. По този начин са възстановени и част от естествените местообитания на фауната. Рекултивацията води до ограничаване на ерозионните процеси.

Изградената дренажна система улавя и отвежда водите към технологичния процес за производство на катодна мед. Така от масива с рекултивирани терени продължава извличането на мед, посредством модерна и екологична хидрометалургична инсталация.

## Библиография:

1. „Актуализиран цялостен работен проект за освобождаване на концесионната площ, ликвидация и рекултивация при съвместно отработване на находище „Асарел“ и находище „Асарел – участък „Запад“, „Минпроект“, ЕАД, 2021;
2. „Основно охарактеризиране на отпадъците от съоръжение за минни отпадъци /СМО/ – Окисно насипище“, „Евротест Контрол“ ЕАД, 2014;
3. „План за управление на минни отпадъци за съоръжение за минен отпадък – Окисно насипище на „Асарел-Медет“ АД, 2022;
4. „Техническа рекултивация (преоткосиране), СРР на съществуващи ХТС и диференцирано управление на водите в участъка от профил XXII до профил XXXIV на Окисно насипище под кота 892“, „БТ-Инженеринг“ ЕООД, 2014;
5. „Техническа и биологична рекултивация на Окисно насипище над Свинарски дол“, „НИПРОРУДА“ АД, 2012;