

pronounced reflectivity plateau with values of $R_p(\lambda)$ as low as 2 % in the spectral range 400-1000 nm. Note that the intensity of transmission spectra drop below 5 % in the spectral region $\lambda=800\div 900\text{nm}$, which is important due to light trapping at wavelength near the band gap of Si, commonly used in solar cells.

We can therefore associate attenuation of a light coming through our samples with scattering and absorption. The extinction cross section is therefore the sum of the scattering and absorption cross-sections: $\sigma_{ext} = \sigma_{sca} + \sigma_{abs}$.

Applying Lambert-Beer's law the resulting intensity transmitted through a monolayer of the non-interacting metal particles is: $T \propto \exp(-N\sigma_{ext}h_{eff})$ (where the particle number density, $N = \frac{3f}{4\pi a^3}$, is related to the filling factor f and the particle radius a ; h_{eff} is the effective thickness of particle layer and its magnitude is more higher than geometrical thickness of layer, h). In our simulation we set $h_{eff} \approx 10\lambda$ (λ is the wavelength). This value is consistent with the average path-length of a trapped beam for Lambertian surfaces estimated by Yablonovich (Ref. 5).

We stress again that light concentrators together with plasmonic nanoparticle-scatters trap the light forcing incident light to pass several times through p-n active regions effectively increasing the optical path length (providing an analogy with the human retina). According to Ref. 8 significant coupling of light in eye cones can occur for higher incidence angles. It was shown that light which is not coupled within the central cells of cone guides can still be sensed by the cones due to the fact that the light, being scattered still arrives at the photoreceptor layer. Our textured solar cells act in the same way.

To conclude, we have proposed a new design for solar cells which is loosely based on the design of human retina (possible to use the design of other animal's eyes, for example fly mouse-eye, direct octopus eye). It has been demonstrated that a significant amount of light (>90%) can be trapped by cone-like guides covered with plasmonic layer placed on the surface of a thin Si p-n layer. We showed that the suggested photovoltaic cells work well over a broad range of wavelengths in the visible and near IR for both cases of collimated illumination (direct sunlight) and scattered light illumination (cloudy conditions). The parameters which guarantee the optimal efficiency of the proposed textured cells are calculated.

LIST OF THE LITERATURE

1. H. A. Atwater and A. Polman. *Nature Materials* 9, 205 (2010).
2. J.A. Schuller, E.S. Barnard, W. Cai, Y.Ch. Jun, J.S. White and M.L. Brongersma. *Nature Materials* 9, 193 (2010).
3. V. G. Kravets, S. Neubeck and A. N. Grigorenko, A. F. Kravets A. F. Kravets. *Phys. Rev. B* 81, 165401 (2010).
4. V.G. Kravets, F. Schedin and A.N. Grigorenko, *Phys. Rev. B* 78, 205405 (2008).
5. E. Yablonovitch and G. D. Cody, *IEEE Trans. Electr. Devic.* ED-29, 300 (1982).
6. A. M. Labin and E.N. Ribak, *Phys. Rev. Lett.* 104, 158102 (2010).
7. J.M. Enoch and F.L. Tobey, Jr., eds., *Vertebrate Photoreceptor Optics*, (Springer-Verlags, Berlin, 1981).
8. V. G. Kravets, and A. N. Grigorenko, *Applied Physics Letters*. 97, 143701 (2010).

УДК 504.062

Кузик І.М., Артамонов В.М., Цехмістер Д.П. (Україна, Донецьк)

ФОРМУВАННЯ ЕКОБЕЗПЕЧНОГО РІВНЯ ПРОЦЕСІВ РОЗРОБКИ ТЕХНОГЕННИХ РОДОВИЩ ПРИ СТВОРЕННІ ЕКОМЕРЕЖІ ДОНЕЦЬКОГО РЕГІОНУ

Традиційна технологія видобутку вугілля пов'язана з складуванням породи на поверхні шахт. В середньому за рік гірничі підприємства утворюють майже 40 млн. т. накопичень у відвалах. На території Донецького регіону розташовано близько 600 техногенних родовищ корисних копалин (ТРКК) гірничодобувної промисловості, які займають площу більш 4 тис. га, їх об'єм 2 млрд.т. Ситуація, що склалася, у сфері використання ТРКК небезпечна в екологічному плані: запиленість атмосфери, забруднення водоймищ, деградація земель. Використовується зараз не більше 1% об'єму ТРКК. Перспективою є потреба переорієнтації гірничорудної промисловості на технології, що зменшують накопичення ТРКК з урахуванням заходів по охороні навколишнього середовища з можливістю зменшення об'єму існуючих родовищ на 30% [5,7].

Аналізуючи джерела утворення породи можна виділити ті, які необхідно анулювати – варто вести розробки в усіх напрямках, але роблячи їх акцент на залишення породи в шахті і знаходження в шахту порід, що утворюється при збагаченні. Залишення породи в шахті дозволяє позбавитися виникнення ризику порушення і забруднення земель, атмосфери, гідросфери та позбавитися негативних факторів впливу породних відвалів на здоров'я людини [3,4,12]. До цих факторів слід віднести утворення шкідливих газів, пилу, вимивання та видудання речовин з поверхонь відвалу і потраплянню їх у докільля (рис.1).

Поряд з негативним впливом породних відвалів слід визначити їх корисні властивості, а саме – всі відвали необхідно розглядати як техногенне родовище корисних копалин та потенційними кладовими великої кількості компонентів так необхідних народному господарству [17, 9].

Окрім шкідливого впливу породних відвалів необхідно урахувати що це техногенні родовища, які містять (по даним «Укргеології») – золи 57,05%, летучих сполук – 29,62%, сірки – 1,576%, оксидів – 11,74%. Доля в оксидах –

SiO₂ – 46,04%, Fe₂O₃ – 20,52%, Al₂O₃ – 11,58%. За даними деяких дослідників породи відвалів містять: галій до 100 г/т, скандій – 15 г/т, германій 30 г/т [6, 9, 11].

Наявність корисних складових дає можливість деяку частку сировини використовувати для видобутку, а все що залишилося використовувати для будівництва (пісок, цемент, наповнювач та інше), в сільському господарстві (мінеральні добрива) та закладанні виробленого простору [18].

У країнах з розвинутою алюмінієвою промисловістю і відносною обмеженістю запасів бокситів проводилися науково-дослідні і інші види робіт за рішенням проблеми використання для виробництва глинозему нетрадиційних джерел сировини, такою признається вугільна зола електричних станцій і тверді відходи збагачення вугілля. У Німеччині був введений в експлуатацію Рюдерсдорфський глиноземний завод, в якості сировини на якому використовувалася зола бурого вугілля. Технологія базувалася на спіканні золи з вапняком. Шлам після витягання з нього глинозему піддавався переробці в цемент. У Польщі була побудована дослідно-промислова установка по отриманню глинозему із золи електростанцій і глини [6,17].

В даний час провідне положення серед джерел матеріального виробництва займають мінеральні ресурси. Темпи їх здобичі постійно зростають, а проблема скорочення запасів стає все гостріше. Вона загострюється і тому, що тільки 5% з сировини, що здобувається, в середньому використовується ефективно, а переважна частина йде у відходи. Проте відходи здобичі природних ресурсів і залишки сировини, не використаної в процесі виготовлення основної продукції, не завжди повністю втрачають народногосподарську значущість і часто теж можуть бути використані як сировина для виробництва тієї або іншої продукції. Відвальна порода вугільних шахт теж відноситься до таких відходів [8].

Україна також має достатні можливості для використання міст складування породи як техногенних родовищ корисних копалин (табл.1).



Рис. 1. Класифікація негативного впливу породних відвалів на довкілля

Аналізуючи дані табл.1 можна зробити висновок, що на територіях п'яти областей України розташована більшість техногенних родовищ та розміщена більша частина відходів. Всього по Україні виключено з земельного обороту понад 51000 га, з яких понад 6033 га зайняті шахтними породами, а це 11,6%.

Таблиця 1 – Відомості щодо розподілу техногенних родовищ та їх вмісткості

№ п/п	Області	Кількість об'єктів техногенних накопичень	Розподіл відходів промислових виробництв (тис., м ³)											
			Шахтні породи	Розкривні породи	Відходи	Золошлакові відходи	Металургійні шлаки	Кам'яний відсів	Карбонатний відсів	Тирса	Фосфогіпс	Лушпиння соняшника	Ртутні недогарки	Дефекат
1	Волинська	24	20082	86,8	2030	18840	-	-	-	17161	-	-	-	
2	Дніпропетровська	86	43901	2310	2093215	54813	31576	28	-	-	-	-	-	
3	Донецька	96	891254	439701	418510	141012	46846	101014	99482	-	-	2656	-	
4	Луганська	50	537338	8972	376338	4666	9760	8519	7353	-	-	-	-	
5	Львівська	56	24857	73378	44266	14985	-	-	-	1800	-	-	536	
6	По Україні в цілому	1307	1523170	653719	3059479	305822	100774	110887	110405	-	36411	-	2688	18954

Слід розглянути техногенні родовища корисних копалин як скупчення вторинної сировини у спеціально відведених для цього місцях та які з якихось причин не використовуються, а саме – техногенні родовища це є скупчення мінеральних речовин на поверхні землі або в гірничих виробках, створені в результаті їх відділення від масиву та складування у вигляді відходів гірничого, збагачувально-металургійного та інших виробництв та пригідного по кількості та якості для промислового використання, для вилучення металів та інших корисних компонентів, отримання палива і строй матеріалів [1].

Складування корисних копалин у техногенних родовищах (у спеціально відведених для цього місцях) це не

тільки технологічна необхідність але й економічна доцільність. Причинами з яких сировина техногенних родовищ не використовувалася різні, але основні це: економічні технологічні та соціальні [12]. Відсутність технологічних рішень та їх недостатня ефективність стає непереборною перешкодою для можливості використання ТРКК як сировини для народного господарства [3,4,5,7,9].

Слід визначити послідовність етапів розробки ТРКК, як сировинного об'єкту. Організація робіт та послідовність виконання етапів розробки ТРКК така ж як і при розробці будь-якого родовища [10].

Класифікація техногенних родовищ корисних копалин щодо гірничо-видобувного комплексу наведено на рис. 2.



Рис. 2. Класифікація техногенних родовищ корисних копалин у гірничо-видобувному комплексі

Велику роль у розвитку комплексу «ТРКК – користувач» відіграють:

- наявність корисних компонентів у ТРКК та економічна доцільність його розробки;
- пошук джерел фінансування;
- використання логістичної системи у регіоні;
- можливість використання споруд та обладнання що не використовувалося;
- наявність користувачів сировини;
- забезпечення екологічної безпеки на всіх етапах розробки ТРКК;
- сумісна праця з адміністрацією регіону та місцевими радами на території котрих розміщення ТРКК та іншими установами.

Аналіз геологічного, хімічного та фізичного стану дозволить виявити корисні складові та обґрунтувати необхідність розробки ТРКК, залучити інвестиції, розробити проект розробки ТРКК на основі реалізації сировини користувачам та досягнути достатньої економічної доцільності проекту. Все це повинно супроводжуватися забезпеченням високого рівня екологічних вимог щодо порушення та забруднення навколишнього середовища [9].

Розробка ТРКК відбувається з технологічними схемами відкритої розробки корисних копалин [10]. Тобто мають місце всі етапи підготовки родовища, розробка, транспортування, переробка та збагачення (рис.2).

Найбільш екологонебезпечні технологічні процеси є:

- зняття шару на робочому майданчику;
- загрузка, транспортування та розгрузка сировини;
- переробка сировини на різні потреби;
- складування сировини та підготовка до вивозу користувачами;
- складування залишку від переробки сировини.

Для всіх процесів що екологонебезпечні потрібно розробити систему заходів які містять:

- знешкодження пилогазоутворення;
- запобігання втрат сировини;
- мінімізацію впливу на довкілля.

Особливе місце при використанні породних відвалів як ТРКК слід відвести недіючим відвалам, що не горять та містять корисні сполуки. Для цього необхідно провести паспортизацію породних відвалів, яка перебуває у стані опрацювання. У паспорті породного відвалу крім відомих положень слід визначити наявність корисних компонентів (хімічний склад порід).

Використання породних відвалів як ТРКК дозволить при завершенні розробки провести комплекс рекультивацийних засобів та створити на їх місці зони зелених насаджень (трави, чагарники, дерева) [13].

До земель порушених гірничими роботами слід віднести не тільки території під самими відвалами, а і площі, які ми відносимо до санітарно-захисних зон. А це у багато разів більше ніж площі земель під відвалами. Існують достатні дослідження щодо поліпшення екологічної ситуації стану земель, порушених гірничими роботами (створення техногенних ландшафтних заказників, екологічних коридорів, відновлювання екосистеми) [13].

Станом на 2009 р. у Донецькій області лише 84882 га віднесено до природно-заповідних територій [12], що складає всього 3,2%. У даному випадку це не досягає 10% згідно з критеріями сталого розвитку Європейського союзу для ефективного функціонування екологічної мережі. Розвиток екомережі пов'язаний зі створенням нових ядрових елементів за рахунок техногенно відновлювальних [14]. До техногенних відновлювальних елементів екомережі слід віднести ТРКК, які складають достатню частину природних відвалів вугільних шахт Донецького регіону.

Використання корисних компонентів природних відвалів, в яких вже накопичені ресурси, обмеження видачі

породи з шахт та проведення ефективної рекультивациі дасть можливість створити на додатковій території рекреаційні зони з ландшафтами, які прикрасять Донецький край.

Озеленення територій породних відвалів носить епізодичний характер і тільки приблизно 10% мають часткове озеленення. Слід враховувати що природні геосистеми – само відновлювальні, самовідтворюванні та саморегуляційні. Але без втручання людини час відновлювання може затягнутися на десятки років. Вкрай необхідно проводити впровадження системи спеціальних заходів по зниженню антропогенного впливу на довкілля, особливо це слід віднести до Донецького регіону.

Процеси перепрофілювання конічних породних відвалів достатньо трудомісткі, небезпечні і розподілені в часі. Особливе місце відводиться порідним відвалам, що в цьому випадку горять, а їх за статистикою близько 30% від загального числа. Відповідно до правил породні відвали, що горять, необхідно згасити, а вже тільки потім можливо почати їх розбирання. Гасіння породних відвалів, що горять, включає визначення вогнищ пожеж (температурна зйомка), їх оконтурювання, безпосередньо гасіння до тих пір, поки температурна зйомка не дозволить оцінити стан порідного відвала як такого, що не горить.

Таким чином, ми вирішимо одну з основних проблем області: проблему породних відвалів шахт, які займають величезні площі земельних ресурсів і завдають шкоди навколишньому середовищу і здоров'ю населення. Їх перетворення і включення в екомережу – це одне з основних завдань при формуванні екомережі Донецької області.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. <http://www.mining-enc.ru/t/technogeinny-mestorozhdeniy/>
2. Кузык И.Н. Прогнозирование изменения параметров конических породных отвалов при перепрофилировании / И.Н.Кузык // Наукові праці УКРНДІМІ НАН України, 2010.– Вип.7. – С.159-165.
3. Кузык И.Н. Формирование критериев экологической опасности породных отвалов шахт / Экологія та природокористування. Збірник наукових праць Інституту проблем екології та природокористування НАН України. – 2009. – Вип. 12 – С.156-160.
4. Кузык И.Н. Оценка влияния породных отвалов шахт центрального Донбасса на окружающую среду / В.Н.Артамонов. // Збірка доповідей міжнародної науково-технічної конференції «Сталій розвиток гірничо-металургійної промисловості. – Кривий Ріг, 2004. – С.351-354.
5. Кузык И.Н. Оценка степени экологической опасности горящих породных отвалов ГХК «Донецкуголь» / Вісті Донецького гірничого інституту. – 2009. - №1 - С. 101-105.
6. Зубова Л.Г. Терриконика угольных шахт – источник сырья для получения галлия, германия, висмута / Л.Г.Зубова // Уголь Украины. К: Украина. – 2004. - №1. – С.41-42.
7. Смірний М.Ф., Зубова Л.Г., Зубов О.Р. Екологічна безпека териконових ландшафтів Донбасу. Монографія. – Лучанськ: Вид-во СНУІМ. В.Даля, 2006. – 232 с.
8. Артамонов В.М., Кузык И.М., Мокроусова Т.І., Балакі О.А., Заячуковська В.В. Вибір та обґрунтування технологічних рішень при використанні порід відвалів шахт як сировини для промисловості // Наукові праці НГУ / - Дніпропетровськ, 2005, №10. – С. 19-22.
9. Канин В.А., Тиркель М.Г., Киселев Н.Н. Комплексное решение экологических проблем в крупных промышленных регионах // Уголь Украины. – К.: Техника, 2004 №9. – С. 44-46.
10. А.С. Братишко, Н.Н. Гавриш, В.И. Пилюгин. Разработка месторождений полезных ископаемых: Учеб. для вузов. – Донецк: «ЛИК», 1997. – 628с.
11. Отчет о проведении физико-химических исследований отвальной массы ш/у «Холодная балка» ПО «Макеевуголь» рекомендации к проекту формирования породного отвала с пожаробезопасными слоями / НИИГД – Д.: 1993, – 22с.
12. Екологічний паспорт Донецької області / Державне управління охорони навколишнього середовища в Донецькій області, 2009. – 125 с.
13. Науково-методичні рекомендації щодо поліпшення екологічного стану земель, порушених гірничими роботами (створення ландшафтних заказників, екологічних коридорів, відновлення екосистем) / Шапар А.Г., Скрипник О.О., Копач П.І. та ін. :[за ред. А.Г. Шапара]. – Дніпропетровськ : Моноліт, 2007. – 270 с.
14. Формування міжрегіональної системи екокоридорів Дніпропетровської та Донецької областей з використанням техногенних відновлювальних елементів / О.О. Скрипник, С.М. Сметана, І.М. Кузык. – Дніпропетровськ, 2011.

УДК 622

Кузык І.М., Артамонов В.М. (Україна, Донецьк)

ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГО-БЕЗПЕЧНОГО РІВНЯ ПРОЦЕСІВ РОЗРОБКИ ТЕХНОГЕННИХ РОДОВИЩ ПРИ СТВОРЕННІ ЕКОМЕРЕЖІ ДОНЕЦЬКОГО РЕГІОНУ

Постановка проблеми, мета та задачі дослідження

Традиційна технологія видобутку вугілля пов'язана з складуванням породи на поверхні шахт. В середньому за рік гірничі підприємства утворюють майже 40 млн. т. накопичень у відвалах. На території Донецького