

ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБУ СКЛАДУВАННЯ ВІДХОДІВ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ У ВИРОБЛЕНІЙ ПРОСТІР ГРАНІТНИХ КАР'ЄРІВ

Ю.В. Романченко М.О. Чебанов, Національний гірничий університет, Україна

Стаття присвячена актуальному питанню комплексної рекультивації залишкових вироблених просторів кар'єрів і поводження з твердими відходами теплоелектростанції. Запропоновано екологічно безпечний спосіб складування відходів Придніпровської ТЕС у вироблений простір гранітних кар'єрів. Наведені статистичні данні параметрів кар'єрів ООО «Любимовський Кар'єр» та відходів Придніпровської ТЕС. Розраховані основні параметри технологічних схем засипки кар'єрів

Україна одна з європейських держав, яка в своєму енергетичному потенціалі нараховує близько 200 підприємств паливо-енергетичної промисловості. На території сучасної України функціонують: 21 теплова електростанція (ТЕС), також 5 атомних електростанцій та 10 основних гідроелектростанцій [1]. Кожне підприємство у технологічному циклі в процесі переробки певних видів матеріалів, утворюють ряд відходів. Від згорання вугілля в котлах теплових електростанцій утворюється «золи». Хімічний склад золи при згоранні вугілля, горючих сланців і торфу (SiO_2 10-65%, Al_2O_3 10-40%, CaO 0,5-45%, MgO 0,2-6%, Na_2O 1-10%, K_2O 1,5 -3%) залежить від умов утворення даного палива, технології його спалювання та іншого. Зола низькозольного торфу, бурого, окисленого вугілля і горючих сланців має підвищений вміст CaO . Зола кам'яного вугілля має переважно алюмосилікатний склад. За величиною співвідношення суми оксидів Fe, Ca, Mg, Na і K до суми оксидів Si, Al, Ti поділяються на кислі (менше 1) і основні (більше 1). Вугільна зола має кисле середовище. Зола горючих сланців та деревини є основою. При енергетичному використанні палив, властивості золи зумовлюють технологію і режим спалювання, склад і кількість флюсів[2].

Золи та шлаки ТЕС складаються на великих площах земельних відводів, які не завжди відповідають вимогам ДБН. Наприклад, на сьогоднішній день золи Придніпровської ТЕС складаються у природну балку, яка знаходиться поблизу населених пунктів. Це негативно впливає на екологічний стан природного середовища. Знищується великі території родючих земель, які після використання під шлакосховища стають не придатними для сільськогосподарського використання. Шлакосховища є великим джерелом пилу, яке забруднює повітря.

Питання збереження земельних ресурсів та повернення відновлених земель, що зазнали ревіталізацію, населенню, для господарської фінансово-економічної діяльності, на сьогоднішній день є актуальним і в край необхідним.

Для того щоб частково вирішити питання природоохоронного збереження та провести ревіталізацію порушених земель необхідно знайти альтернативу діючої методики і системи утворення нових полігонів та використання територій під шлакосховища Придніпровської ТЕС.

Європейські країни мають досвід у використанні виробленого простору відпрацьованих кар'єрів. Так наприклад у Німеччини, у Чехії використовує простори кар'єру для складування відходів будівельної промисловості[3,4].

В Україні багато гірничо-видобувних підприємств, які закінчили свою роботу і залиши після себе не рекультивовані гірничі виробки. Зважаючи на закордонний практичний досвід з'являється можливість використовувати покинуті гірничі виробки для складування в них відходів паливо-енергетичної промисловості.

У якості таких об'єктів розглянуто Придніпровську ТЕС, та гірниче підприємство ООО «Любимовський Кар'єр» що знаходиться на відстані 4 км. Воно складається з двох окремих кар'єрів з видобутку гранітів: «Чаплинського» та «Любимовського» кар'єрів. На теперішній час глибина цих кар'єрів досягає кінцевих проектних показників. Кар'єри мають наступні параметри табл. №1.

Чаплинське та Любимовське родовище гранітів розташоване на лівому березі р. Шіянка. Із заходу і північного заходу родовище обмежено р. Шіянка з півночі межує з землями лісгоспу

та приватним сектором п. Чаплі Самарського району м. Дніпропетровська, зі сходу – землями і автодорогою ж/м Придніпровск с. Любимовка. Найближча залізнична станція Придніпровськ розташована в 6 км на північ від родовища. У географічному відношенні район родовища розташований на лівобережжі середнього течії Дніпра. Рельєф поверхні характеризується хвилястим ландшафтом, обумовленим значною розчленованістю мережею долин річок, балок і крутих глибоко врізаних ярів. Річками, які створили розчленований рельєф району, є р. Дніпро з великим припливом р. Самара. Площа родовища – 23.7 га. Абсолютні позначки денної поверхні родовища коливаються від + 54.0м до + 92.0 м; з боку річки родовище обмежено охоронним цілком шириною 55 м. Клімат району родовища помірно-континентальний. Середня річна температура становить + 8 С° [5].

Таблиця №1

Параметри	Чаплинський кар'єр	Любимовський кар'єр
Глибина, м	80	65
Довжина понизу, м	216	425
Ширина понизу, м	160	160
Довжина по поверхні, м	331	500
Ширина по поверхні, м	300	260
Кут робочого борту, град	70(0,36)	60(0,57)
Кут неробочого борту град	85(0,1)	80(0,17)
Водоприток, м ³ /год	Відсутній	8м ³ /год
Кількість горизонтів, шт	9	7
Об'єм виробленого простору, млн м ³	7,2	11,4

Гідрогеологічні умови Чаплинського та Любимовського родовища гранітів складні. Складність зумовлена наявністю поблизу західного кордону родовищ гирло р. Шіянкі, що впадає в р.Дніпро, а також нерівномірного тріщинуватістю кристалічних порід, але згідно геологічного звіту гідрогеологічні умови родовищ в основному сприятливі для розробки їх відкритим способом. Фільтраційні властивості порід різко зменшуються в міру віддалення від берегової лінії, коефіцієнти фільтрації порід змінюються від 0,17 до 0,001 м / добу.

Результати хімічного аналізу води показали, що річкова і кар'єрна вода гідравлічно взаємопов'язані між собою, так як мають близький хімічний склад. Всі води прісні, але мінералізація підводних вод трохи вище, ніж в річці. За складом води гідрокарбонатно-натрієво-магнієві. Сталий рівень водоносного горизонту в кар'єрі знаходиться на позначці 50,0 м. Приток води в кар'єр відбувається практично по всьому його периметру. Додатковий водоприплив води здійснюється за рахунок паводкових та зливових вод. Водоприток становить - 17,5 м³/год.

При виконанні науково-дослідної роботи пропонується використовувати вироблений простір кар'єрів підприємства «Любимовський кар'єр», для складування відходів Придніпровської ТЕС. Згідно з гідрогеологічних умов кар'єрів складування золи та шламів є можливим та безпечним при попередній ізоляції бортів водотривкою глиною.

Розміщення відходів Придніпровської ТЕС в кар'єр дозволить припинити складування їх у природну балку, що надасть можливість зберегти не порушені території земель та зменшити негативний вплив на екологічний стан навколишнього середовища.

Для безпечного складування відходів пропонується використовувати технологічні схеми, які представлені на (рис.1) та (рис.2), що запропоновані авторами у роботі [6].

Перевагою другої схеми, (рис. 2) є великий приймальний об'єм виробленого простору для шламів та не значний об'єм екранізуючої глини при заповненні відпрацьованого залишкового виробленого простору кар'єру. Але схема (рис.1) дозволяє повністю ізолювати складуючий матеріал від зовнішнього середовища та відповідає вимогам ДБН[7]. Тому вона обирається як найбільш безпечна для навколишнього середовища. За правилами ДБН

допускається висота ярусу матеріалу, не більш ніж 7,5 м, товщина ізолюючого шару повинна бути не менше 1 м. Тому засипати вироблений простір Чаплинського кар'єру будемо послідовно у 9 ярусів. Потужність кожного ярусу складе 8,5 м, з яких 7,5 шлаки, та 1м ізолююча глина.

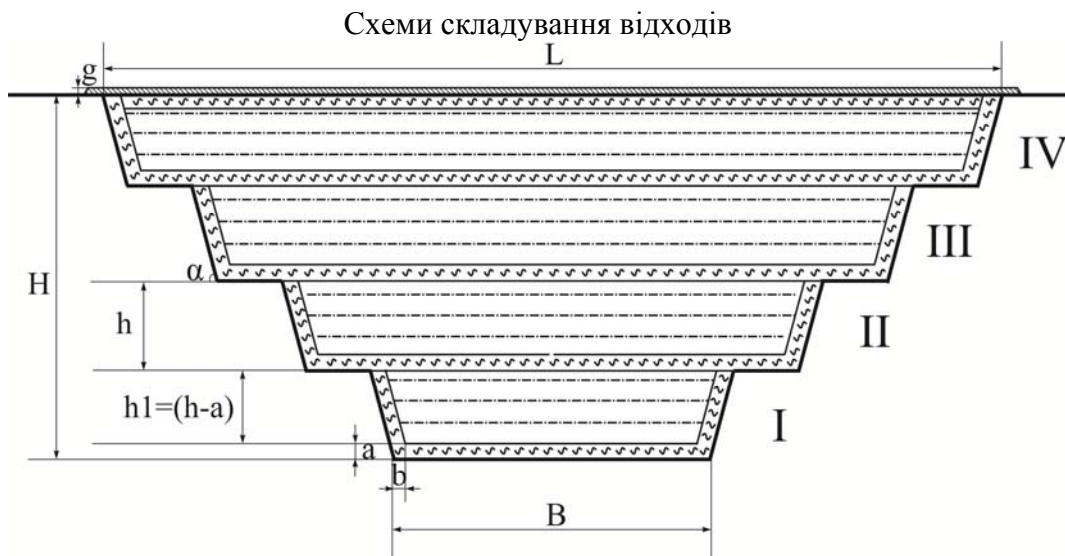


Рис. 1. Схема пошарового складування відходів Придніпровської ТЕС у вироблений просторі кар'єру при попередньому ізолюванні його бортів та дна водотривкою глиною.

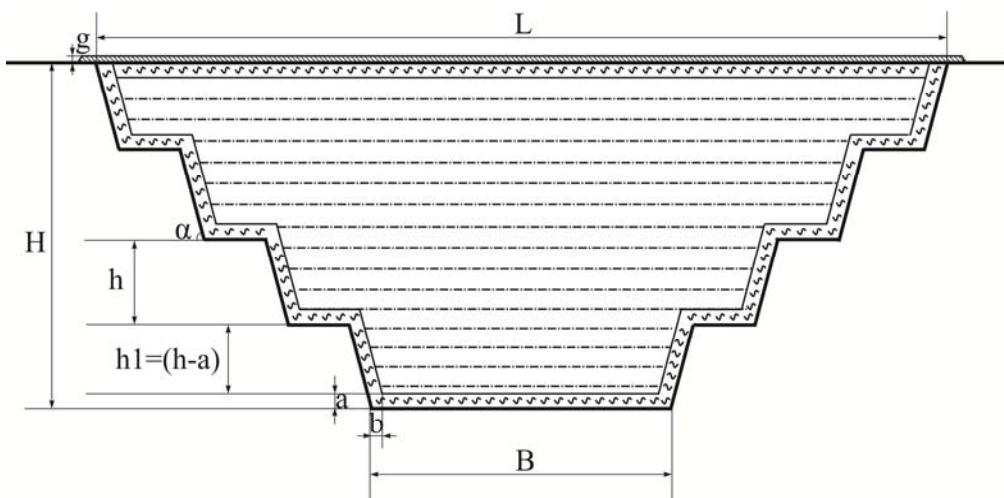


Рис. 2. Схема складування відходи Придніпровської ТЕС у вироблений просторі кар'єру при попередньому ізолюванні його бортів та дна водотривкою глиною.

За вимогами ДБН 2.4 [7] розміщення полігонів ТПВ допускається:

- на просадних ґрунтах за умови повного усунення просадних властивостей ґрунтів;
- на потенційно підтоплюваних територіях за умови спорудження дренажу з улаштуванням протифільтраційного екрана відповідно до 2.6 у основі і на схилах полігону і знезаражування вод у випадку аварійної ситуації;
- у зоні III поясу санітарної охорони водозаборів за наявності в них природної захищеності (присутність у літологічному розрізі достатньо потужних і витриманих водотривких порід), з улаштуваннями чашами полігону надійного протифільтраційного екрана (коефіцієнт фільтрації води не більше 10^{-9} м/с);
- у сейсмічних районах при дотриманні відповідних нормативних вимог СНиП II-7;

– на ділянках, віддалених від тектонічних розломів і активних зон геодинамічної напруженості, що виявляються за допомогою інженерних вишукувань.

Ґрунтові води на ділянці розміщення полігонів ТПВ повинні знаходитися на глибині не менше 2 м від його основи.

Противільтраційним екраном полігонів ТПВ вважається екран, що має відповідно до європейських стандартів коефіцієнт фільтрації води не більше 10–9 м/с.

Полігони ТПВ за особливостями розташування в рельєфі поділяються на :

- рівнинні (розташовані на відносно рівній поверхні з ухилом рельєфу до 5 %);
- схиліві (розташовані на схилах рельєфу з ухилом місцевості більше 5 %);
- вододільні (розташовані на вододільних просторах);
- ярово-балкові (розташовані в природних зниженнях рельєфу, балках і ярах);
- котловинні чи кар'єрні (розташовані в штучних виїмках або кар'єрах після видобутку будівельних матеріалів або корисних копалин);
- гірські (розташовані в гірській місцевості);
- змішані (наприклад, кар'єрно-схиліві та ін.).

Залежно від особливостей розміщення полігонів ТПВ у рельєфі виконують: комплекс інженерних, екологічних і санітарно-гігієнічних вишукувань, оцінку впливу на навколишнє середовище, включаючи середовище життєдіяльності людини, розробку конструктивних і технологічних проектних рішень, обґрунтування заходів щодо зменшення або ліквідації негативного впливу на навколишнє середовище та розвитку небезпечних геологічних процесів і явищ, а також забезпечення експлуатаційної надійності полігонів ТПВ.

Після встановлення основних принципів складування відходів ТЕС у вироблений простір кар'єру були розраховані параметри технологічних схем засипки. В першу чергу був розрахований об'єм кожного з ярусів полігону з використанням наступної формули:

$$V_{яi} = \frac{1}{3} \cdot h_{я} \left(S_{яi} + S_{я(i+1)} + \sqrt{S_{яi} \cdot S_{я(i+1)}} \right), \text{ м}^3, \quad (1)$$

де: $V_{я}$ – об'єм ярусу, м^3 ; $S_{я}$ – площа ярусу, м^2 ; $h_{я}$ – висота ярусу, м.

Об'єм глини в кожному ярусі визначається за формулою:

$$V_{гi} = V_{бi} + V_{нi}, \text{ м}^3, \quad (2)$$

де: $V_{б}$ – об'єм покриваючої глини необхідний для ізоляції ярусу, м^3 ; $V_{н}$ – об'єм глини необхідний для ізоляції бортів, м^3

$$V_{бi} = S_{бi} \cdot L_{фi}, \text{ м}^3, \quad (3)$$

де: $L_{ф}$ – довжина фронту работ, м; $S_{б}$ – площа перерізу бокового ізоляційного шару глини, м^2

$$S_{б} = \frac{h_{я}^2}{2} \cdot (\text{ctg}45^\circ - \text{ctg}80^\circ) + (a + h_{я}), \text{ м}^2, \quad (4)$$

де: a – ширина бокового шару глини по верху .

Об'єм шлаку в ярусі визначається за формулою:

$$V_{ши} = V_{яi} - V_{гi}, \text{ м}^3. \quad (5)$$

Результати розрахунків з визначенням параметрів відвальних ярусів наведені у таблиці №2

ПАРАМЕТРИ	НОМЕР ЯРУСУ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Всього
Загальний об'єм; тис.м ³	287,0	417,6	510,6	599,2	717,5	821,4	894,5	1020,8	1362,4	5913,8
Об'єм глини; тис.м ³	46,7	65,1	83,5	96,9	109,2	128,5	137,4	149,6	170,4	987,3
Об'єм золи; тис м ³	240,3	352,5	427,2	502,3	608,3	692,8	757,1	871,2	1192,0	5644,1
Середня довжина транспортування; км	1,23	1,08	0,95	0,846	0,768	0,808	0,836	0,830	0,832	0,91
Час засипки; рік	0,84	1,24	1,5	1,77	2,13	2,43	2,66	3,04	4,11	19,72

За даними отриманих результатів були побудовані наступні графіки.

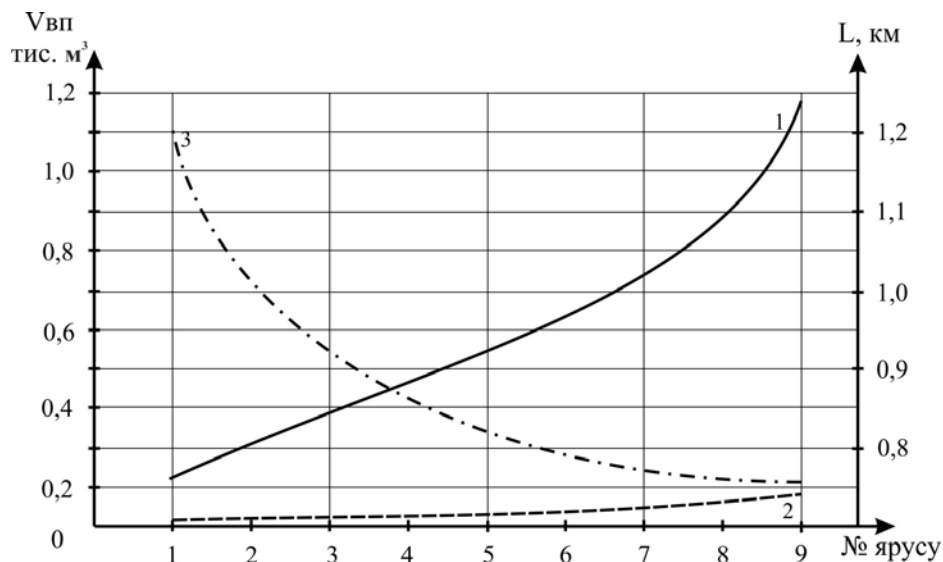


Рис. 3 Графік залежності об'єму необхідного шлаку, для заповнення виробленого простору «Любимовського гранітного кар'єру» поярусною засипкою: 1 – показує об'єм золи(шлаку) необхідного для засипки виробленого простору; 2 – об'єм глини необхідний для створення ізоляційного шару; 3 – відстань транспортування матеріалів необхідних для засипки кар'єру.

Графік на (рис. 3) показує зміну об'єму шлаку, глини для кожного ярусу при поярусній засипці виробленого простору Любимовського кар'єру золою (шлаками) Придніпровської ТЕС з попередньою ізоляцією дна та бортів кар'єру протифільтраційним шаром глини за нормами ДБН [7]. Як бачимо з даних графіку (рис.3) об'єм шлаків, який може вмістити кожен ярус, зростає гіперболічно від 240,3 тис.м³ у першому ярусі до 1192 тис. м³ у дев'ятому. Також на графіку показано зміна довжини транспортування залежно від номеру ярусу, яка вказує на те, що з поступовою засипкою ярусів довжина транспортування скорочується від 1,23 км до 0,832 км. Виконані розрахунки дозволяють здійснити засипку залишкового виробленого простору відповідно до схеми 1.

З графіку наведеного на (рис. 4) видно, що середня тривалість заповнення кожного з ярусів полігону в умовах «Любимовського гранітного кар'єру» складає від 1–4 років.

Ізоляційний шар буде формуватися не більше одного року для кожного з ярусів і може виконуватися паралельно із засипкою виробленого простору відходами. Також видно що об'єм залишкового виробленого простору буде зменшуватися при засипці кожного наступного ярусу на величину рівну об'єму попередньо сформованих ярусів з об'ємом від 0,28 до 1,36 млн. м³.

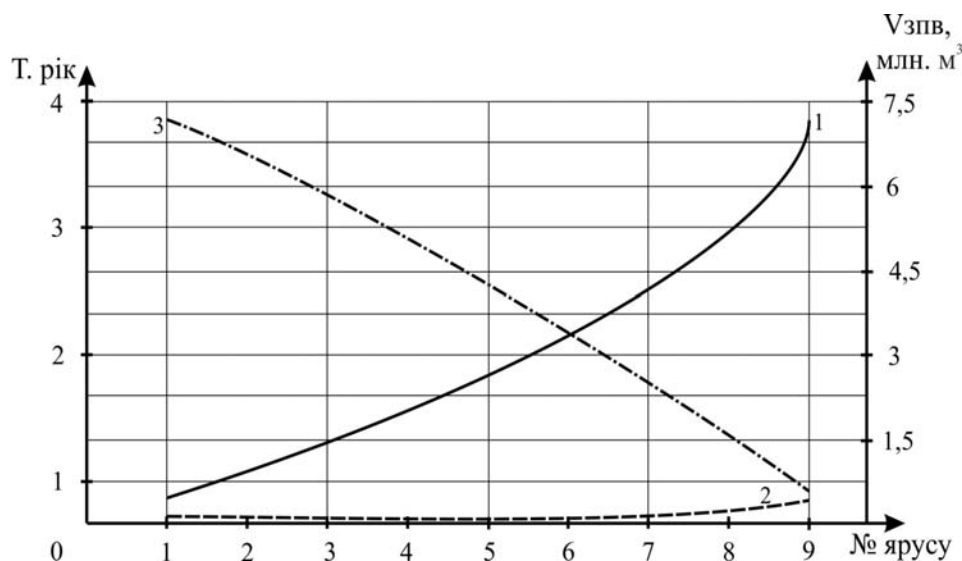


Рис. 4. Графік залежності часу робіт на засипку ярусу від його номеру: 1 – час за який буде сформований ярус з певним об'ємом золи(шлаку); 2 – час створення протифільтраційного глини для кожного ярусу; 3 – зменшення загального об'єму виробленого простору в процесі засипки кар'єру.

Таким чином, розташування відходів Придніпровської ТЕС у залишковий вироблений простір кар'єру ООО «Любимовський гранітний кар'єр» є теоретично можливим та має такі переваги:

1. Збереження природних балок від подальшого складування у них відходів ТЕС, що дасть змогу зберегти навколишнє середовище;
2. Складування відходів у вироблений простір кар'єру економічно вигідніший із-за скорочення довжини транспортування у 1,5 рази порівняно відстані розташування балки.
3. Результати розрахунку дали змогу стверджувати, що тільки «Чаплинський гранітний кар'єр» підприємства ООО «Любимовський гранітний кар'єр» за своїм об'ємом виробленого простору може експлуатуватись і існувати як полігон для складувати відходи «Придніпровської ТЕС» на протязі 20 років;
4. Після заповнення виробленого простору відходами полігон в перспективі придатний для проведення ревіталізації його території та відновлення первісного ландшафту.

Список літератури

1. Інформація про країну [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.ukraina.com/index.php?option=com_content&view=article&id=48:&catid=20&Itemid=33
2. Зола: полезные компоненты, когда стоит вносить, способы использования [Електронний ресурс]. Режим доступу <http://udobreniya.info/domashnie/zola/>
3. Kirillova T. B., Ovchinnikov V.A. predicting the reclamation of land after surface mining in the central chernozem region //Soviet Geography. – 1975. – Т. 16. – №. 6. – С. 381-389.
4. Svoboda I. et al. The development of future lakes in opencast mine residual pits in the Krušné Mountain region of the Czech Republic //Proceedings 10th IMWA Congress, N. Rapantova and Z. Hrkal (eds). – 2008. – С. 2-5.
5. Пояснювальна записка до плану ведення гірничих робіт по «Чаплинському гранітному кар'єру»

6. Патент на корисну модель: UA №100885. У МПК 2015.01 Е 21С 41/32 2006. Спосіб рекультивациі. Публ. 10.08.2015. Бюл. 15-2 с.

7. ДБН В.2.4-2-2005. Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування. – Київ, 2005. – 68 с.

8. Закон про рекультивацию [Електронний ресурс]. Режим доступу http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP760327.html

РЕАБІЛІТАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ У ДНІПРОВСЬКОМУ БУРОВУГІЛЬНОМУ БАСЕЙНІ

В. В. Радченко, В. А. Куліш, ДП «Інститут «УКРНДІПРОЕКТ», Україна

У процесі багаторічного видобування бурого вугілля відкритим способом у Дніпровському буровугільному басейні порушено землі на площі понад 10 тисяч гектарів. Внаслідок постійного відкачування дренажної води виснажилися запаси підземних вод зі зниженням рівнів до 60 м. У процесі взаємодії сформованих депресивних воронкок у межах окремих розрізів в Олександрійському районі склалась єдина ділянка з порушеним режимом підземних і ґрунтових вод. На площах, відроблених розрізами, внаслідок внутрішнього відвалоутворення сформовано техногенний рельєф земної поверхні та породні масиви зі зміненими умовами поверхневого стоку і фільтрації атмосферних опадів, неоднорідною геолого-літологічною будовою з характерними непостійними водно-фільтраційними і деформаційними параметрами як у просторі, так і в часі: створилися штучні водоймища, змінилися зони живлення і розвантаження підземних вод та умови їх взаємозв'язку з поверхневими водами.

Зважаючи на наведене, під час розробки проектів ліквідації вуглевидобувних підприємств інститут «УкрНДІпроект» для кожного з розрізів спрогнозував відновлення водоносних горизонтів із визначенням їх максимальних рівнів, в необхідних випадках було передбачено гідромеліоративні заходи.

У зв'язку з відпрацюванням запасів або нерентабельною роботою на сьогодні всі буровугільні шахти і розрізи закриті або перебувають на стадії закриття за проектами інституту «УкрНДІпроект». Виняток становить тільки недобудований і непрацюючий уже понад п'ять років розріз «Костянтинівський». Він остаточно затоплений. Поки рівень води підіймався, розглядалися різні варіанти відновлення його роботи або закриття. На жаль, рішення ще не прийнято. У воді опинилося унікальне обладнання (роторийний екскаватор ЕР-5250, відвалоутворювач ОШР-7000/190, драглайн ЕШ-10/70] основного уступу, і зараз роботи з відновлення розрізу або його ліквідації пов'язані з чималими коштами і проблемами щодо відкачування води, стійкості відкосів, виведення обладнання в безпечне місце (для ремонту або розбирання] та рекультивациі земель, порушених гірничими роботами.

Водночас, враховуючи нинішню ситуацію в енергетичному секторі економіки, було б доцільно розглянути питання відновлення роботи розрізу «Костянтинівський» та побудови на його борту електростанції потужністю 200 мВт. Зазначимо, що значна частина енергетики Європи (Болгарія, Греція, Германія, Польща, Чехія та ін.) рентабельно працює на бурому вугіллі.

Ліквідацію розрізів, суттєвою складовою яких є забезпечення екологічної безпеки (кошторисна вартість цих робіт іноді сягає 70 %), наразі і відновлення земель, порушених гірничими роботами, практично крім розрізу «Морозівський», виконано. Терміни ліквідації за проектами не перевищують трьох років (іноді через недостатнє фінансування продовжуються до 10 років]. До того ж значні площі відвалів рекультивовано та передано землекористувачам ще діючими розрізами.

У Дніпровському буровугільному басейні не виникає питань, пов'язаних з підтопленням земель, що зумовлено глибоким заляганням підземних вод. Тому для цього регіону під час