

METHOD FOR INCREASING THE SAFETY OF GEOMECHANICAL OBJECTS ON THE EXAMPLE OF ROCK DUMPS

¹I. Chobotko, ²S. Tynyna

¹Institute for Physics of Mining Processes, Dnipro, Ukraine

²Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov NAS of Ukraine, Dnipro, Ukraine

*Corresponding author: efilonov79@gmail.com

Abstract. The article considers the possibility of assessing the possibility of processing geomechanical objects on the example of waste heaps, by treating the dump mass with limestone suspension (inhibitor) of the dump mass in the formation of waste heaps safe to spontaneous combustion using an irrigation device.

The analysis of sources of scientific researches (articles, textbooks, monographs, patents, author's certificates) is devoted to a problem of esothermic reaction of spontaneous combustion of waste heaps and methods of their liquidation. Examples of visual observation of waste heap combustion and location of spontaneous combustion center on the heap surface are given. The metamorphic composition of rocks that are part of the waste heap and the place of exit of combustion products (pseudofumarol) is shown.

The analysis of patents is made: SU № 1332037 A1 "Device for extinguishing burning dumps"; SU № 1298397 A2 "Device for extinguishing waste heaps", authors Zborshchyka M.P. and Osokina V.V. The main disadvantages of these patents when used for extinguishing waste heaps are identified.

Based on the analysis of the works of domestic and foreign scientists, a device for the safe formation of waste heaps resistant to spontaneous combustion has been proposed. The main difference of this device is the irrigation of the dump mass, which goes to the transposition of waste heaps with the help of the introduced conveyor or through the cantilever dump.

Timely coating of the dump mass with an inert mixture reduces the time of contact of the rock with the environment, which is an important step in the formation of waste heaps, especially conical, reduces the cost of operation and maintenance through the formation of fire-resistant waste heaps, regardless of environmental conditions.

Key words: inert substance, waste heaps, irrigation device, esoteric reaction, spontaneous combustion of waste heaps, environment

СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ГЕОМЕХАНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ПРИКЛАДІ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ

¹І. Чоботько, ²С. Тинина

¹Інститут фізики гірничих процесів НАН України, м. Дніпро, Україна

²Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, м. Дніпро, Україна

*Відповідальний автор: efilonov79@gmail.com

Анотація. У статті розглядається питання оцінки можливості обробки геомеханічних об'єктів на прикладі породних відвалів, шляхом обробки відвальної маси вапняковою суспензією (інгібітором) відвальної маси при формуванні породних відвалів безпечних до самозаймання з застосуванням пристрою зрошування.

Зроблено аналіз джерел наукових досліджень (статті, підручники, монографії, патенти, авторські свідоцтва) присвячені проблемі езотермічної реакції самозаймання породних відвалів та методам їх ліквідації. Наведені приклади візуального спостереження горіння породного відвалу й розташування осередку самозаймання на поверхні відвалу. Показано метаморфічний склад порід, які входять до складу породного відвалу й місця виходу продуктів горіння (псевдофумарол).

Зроблено аналіз патентів: SU № 1332037 A1 «Устройство для тушения горящих отвалов»; SU № 1298397 A2 «Устройство для тушения породных отвалов», авторів Зборщика М.П. та

Осокіна В.В. Визначено основні недоліки зазначених патентів при застосуванні для гасіння породних відвалів.

На основі проведеного аналізу робіт вітчизняних та закордонних вчених запропоновано пристрій для безпечного формування породних відвалів стійких до самозаймання. Основною відмінністю даного пристрою є зрошування відвальної маси, яка йде на транспортування породних відвалів за допомогою введеного конвейєру або через консольний відвалоутворювач.

Своєчасне покриття відвальної маси інертною сумішшю скорочує час контакту породи з навколишнім середовищем, що є важливим етапом при формуванні породних відвалів, особливо конічної форми, зменшує витрати на експлуатацію та їх обслуговування за рахунок формування пожежостійких породних відвалів, незалежно від впливу умов навколишнього середовища.

Ключові слова: інертна речовина, породні відвали, пристрій зрошування, езотермічна реакція, самозаймання породних відвалів, навколишнього середовища

Вступ

Вивченням складу хімічних елементів, які провокують виникнення осередків горіння породних відвалів займається багато науковців зокрема слід виділити: Зборщик М.П., Осокін В.В. 1990-2000 рр. (вивчення процесів, що провокують самозаймання породних відвалів); Зубова Л.Г., Зубов О.Р., Зубов А.О. 2006-2013 рр. (вивчення та обґрунтування хімічних процесів, які протікають у тілі породних відвалів); Мнухін А.Г. 1986- 2019 рр. (дослідження складу хімічних компонентів в породних відвалах, які провокують до запуску процесів горіння; вплив породних відвалів на навколишнє середовище; використання породних відвалів, як сировини майбутнього); Воробйов О.Є. 1990- 2000 рр. (дослідження фракційного складу порід породних відвалів, вплив навколишнього середовища на виникнення хімічної реакції термічної деструкції горіння породних відвалів; теоретичне обґрунтування пояснення процесів самозаймання породних відвалів й способи їх ліквідації); Саранчук В.І. 1976-2005 рр. (теоретичне обґрунтування фізико-хімічних процесів виникнення горіння породних відвалів, розрахунки витоку шкідливих речовин з породних відвалів); Сурначов Б.О., Леонов П.О. 1958-1970 рр. (раціональне складування відвальних мас на земній поверхні, причини виникнення термічних зсувів породних відвалів). Основні роки публікації наукових результатів зазначених вчених були висвітлені з врахуванням у наукових журналах, виданнях книг та монографій. Однак багато уваги вивченню впливу хімічних елементів на виникнення осередків горіння породних відвалів було присвячено в книгах авторів Зборщика М.П. та Осокіна В.В. «Предотвращение самовозгорания горных пород» (1990); «Предотвращение экологически вредных проявлений в породах угольных месторождений» (1996) та «Горение пород угольных месторождений и их тушение» (2000). В усіх цих книгах висвітлено основні причини хімічного вилуговування піриту й основних хімічних компонентів, що призводить до утворення термічних концентраторів горіння (осередків горіння) [1-4].

Для кращого представлення горіння породних відвалів на (рис. 1 А) зображено палаючий породний відвал конусної форми й розташування осередку горіння про що свідчить утворення плями бурого кольору безпосередньо над осередком горіння (рис. 1. Б) та тепловізійна зйомка (рис. 1 В) при температурі горіння 80-250⁰ С.

На (рис. 2) показано матеоморфічний склад відвальної маси, яка складається переважно з уламків вугілля, вуглистих порід або сірчистих сполук заліза й літологічного складу вуглевмістовних порід діаметром від 15 до 400 мм (А). У період самозаймання та активного горіння териконів на їх поверхні утворюються фумаролоподібні виходи продуктів горіння породного відвалу (Б). Осередки горіння, де температура досягає 800-1200 ° С, є джерелами псевдофумарол, а в місцях виходу газових струменів на поверхню териконів утворюються різні мінеральні новоутворення. В результаті псевдофумарольної діяльності при температурах понад 300° С відбувається розкладання мінеральної частини і вуглефіковані речовини гірських порід з виділенням CO, CO₂, N₂, SO₂; 480-520° С - освіту NH₃; 500-550° С - виділення H₂, CO і важких вуглеводнів; 900-1200° С - освіту CS₂, COS, C₄H₄S. При температурі 800-1200° С породи відчувають термальний метаморфізм (часткове плавлення, випал і спікання порід у

вигляді брекчієвидної маси). Відбувається утворення гематиту (450°C), муліта (950°C), шпінелі, крістобалліта та ін [5-6].

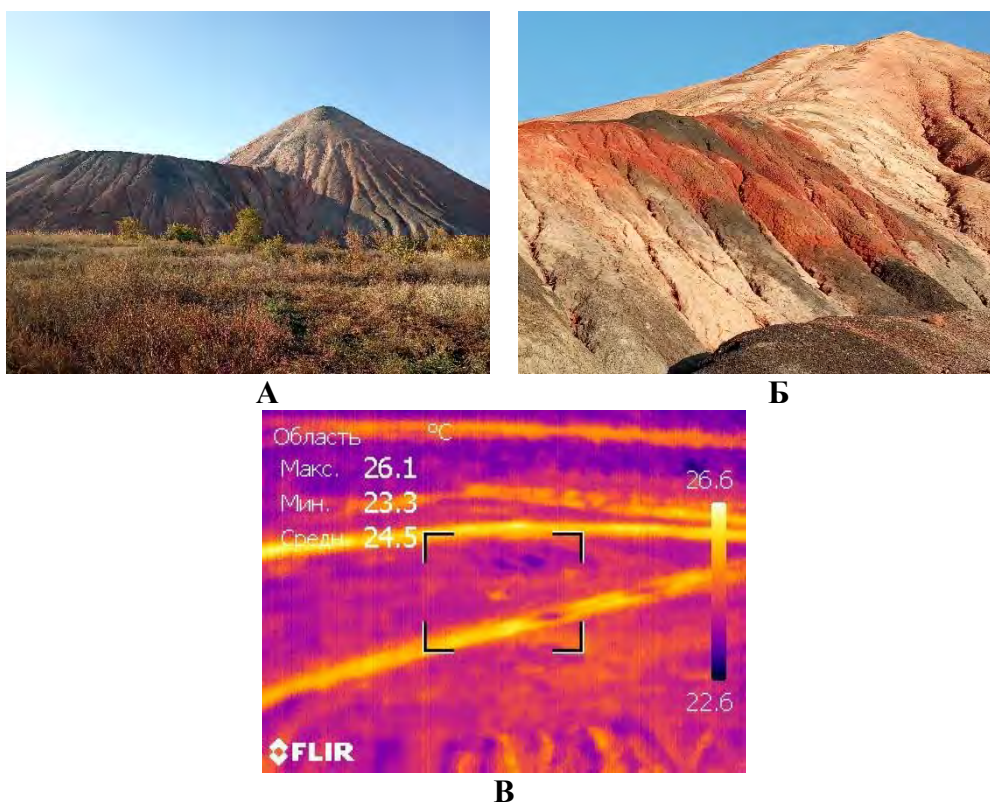


Рис. 1. Загальний вигляд породного відвалу й поверхневого огляду осередку горіння



Рис. 2. Загальний вигляд складу відвальної маси й виходу продуктів горіння породного відвалу (псевдофумарол)

Проблемою сьогодення є неможливість утилізації породних відвалів. Використання тимчасових рекультиваційних заходів щодо запобігання самозаймання породних відвалів на дає належного результату усунення термічних концентраторів горіння породних відвалів. Однак в 1987 році вченими з Донецького політехнічного інституту Зборщиком М.П. та Осокінім В.В. було запропоновано два патенти на винахід: SU № 1332037 A1 «Устройство для тушения горящих отвалов»; SU № 1298397 A2 «Устройство для тушения породных отвалов». Основна задача цих пристроїв полягала у нагнітанні інгібітору (вапнякової суспензії) вглиб тіла породного відвалу за рахунок чого відбувалось проникнення в зону осередку горіння й внаслідок точкового впливу на сам осередок горіння його ліквідація. Пари, котрі виділялися при гасінні осередку горіння породного відвалу через систему всмоктуючих трубопроводів направлялися до використання у господарських цілях тобто на розігрів води та опалення технічних приміщень і т.п [7-8].

Методика

При проведенні дослідження був використаний: аналіз і узагальнення інформаційних джерел; теоретичні дослідження та вивчення процесу обробки гірничої відвальної маси при формуванні породних відвалів суспензіями (інгібіторами); експериментальні дослідження впливу у часі суспензій в залежності від умов навколишнього середовища; використання методів математичної статистики для перевірки достовірності отриманих результатів; аналітичний вибір й обґрунтування матеріалів трубопроводів, які використані в пристрої зрошування з промислового каталогу, стійких до транспортування робочих хімічно-агресивних речовин при обробці відвальної маси.

Результати та обговорення

Виходячи з переваг вищезазначених запатентованих пристроїв (SU № 1332037 А1; SU № 1298397 А2) є також основні недоліки. По-перше це неможливість гасіння породного відвалу цілому, що на мою думку є дуже суттєвим недоліком, оскільки не вирішується проблема повної обробки відвальної маси інгібітором [9-13].

На основі проведеного аналізу робіт вітчизняних та закордонних вчених мною було запропоновано пристрій для безпечного формування породних відвалів стійких до самозаймання. Основною відмінністю даного пристрою є зрошування відвальної маси, яка йде на транспортування породних відвалів за допомогою введеного конвейєру або через консольний відвалоутворювач.

Пристрій обробки гірничої відвальної маси для запобігання самозайманню породних відвалів (Рис. 3) (стрілкою позначено напрямок руху води) включає всмоктуючий трубопровід (ВТ) 1, до якого підведено відцентровий насос 2, поєднаний з нагнітальним трубопроводом 3, котрий з'єднано з цистерною 4, на якій зверху розташовано бункер завантаження 5 та встановлено привідний електричний асинхронний 3-х фазний двигун 6, який з'єднано з ремінним редуктором 7, поєднаним з рамною мішалкою 8. Трубопровід 9, споріднений з автоматичним гідравлічним клапаном (АГЗ) 10 з електромагнітним приводом та підведений до дозатору 11, цистерна та дозатор мають люки ревізії 12 та манометри тиску 13. Від дозатору відходить всмоктуючий трубопровід (ВТ) 14 з вакуумметром 15, який підключено до відцентрового насосу 16. Нагнітаючий трубопровід 17, який проходить через бункер прийому відвальної маси 18 та поєднаний з рукавом високого тиску (РВТ) 19, до якого підведено нагнітаючий трубопровід (НТ) з конструктивними елементами зрошування 20, під яким розташована конвейєрна консоль 21 введеного відвалоутворювача, на якій знаходиться відвальна маса 22.

Пристрій працює таким чином. Закачування води з джерела здійснюється через всмоктуючий трубопровід (ВТ) 1, який складається з поліетилену низького тиску, відцентрового багатосекційного насоса 2 через нагнітаючий трубопровід (НТ) 3, який підключено до цистерни 4, де зверху знаходиться бункер завантаження 5, до якого заздалегідь завантажено компоненти для приготування вапнякової суспензії: гідроксид кальцію $\text{Ca}(\text{OH})_2$ та пісчано-глиниста суміш в розрахунку 30-50 кг/м³ води. Далі за допомогою привідного 3-х фазного асинхронного двигуна 6, поєднаного з ремінним редуктором 7, який з'єднано підшипниками з рамною мішалкою 8, відбувається гомогенізація компонентів з отриманням однорідної інертної суспензії (інгібітору). Через трубопровід 9, який є комбінованим (ПНТ-ПВТ), внутрішня стінка якого складається з поліетилену низького тиску, а зовнішня оболонка з поліетилену високого тиску, шляхом відкриття АГЗ 10 з електромагнітним приводом здійснюється транспортування готової суспензії до дозатору 11, на цистерні та дозаторі розташовано люки ревізії 12, де здійснюється очистка внутрішньої стінки ємностей та підключено манометри 13 для контролю тиску речовини. З дозатору 11 відведено ВТ 14 з вакуумметром 15, по якому готова суспензія поступає до відцентрового багатосекційного насосу 16 й під тиском поступає до НТ 17 через приймальний бункер 18, де здійснюється завантаження відвальної маси, який поєднано через РВТ 19 з НТ 20, на якому встановлено форсунки з повним конусом зрошування струменю розпилю диспергованої рідини. Обидва трубопроводи (ВТ й НТ) адаптовані для транспортування агресивної хімічної робочої речовини та складаються з двошарового складу ПВТ-ПНТ, до яких входить поліетилен

високого тиску – зовнішня оболонка трубопроводу та поліетилен низького тиску – внутрішня частина трубопроводу. Це забезпечує надійну безвідмовну експлуатацію трубопроводу при роботі на відкритому навколишньому середовищі та при перепадах температур й при транспортуванні агресивної хімічної робочої рідини. Під НТ зі зрошувальними конструктивними елементами розташована стріла введеного відвалоутворювача, який складається з приймальної та основної транспортуючої консолі, робоча поверхня якої складається з конвейерної стрічки 21 (зображено схематично), на якій транспортується фракційний склад відвальної маси з різним розміром шматків 22 до місця вивантаження.

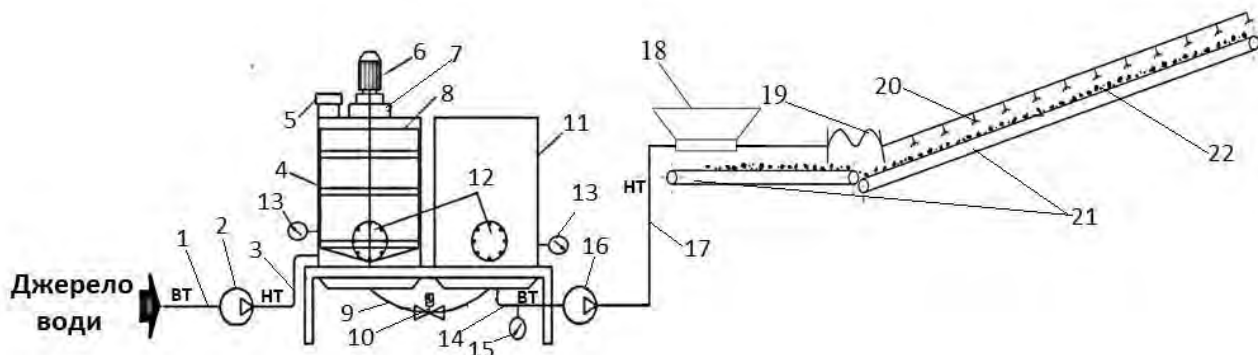


Рис. 3. Пристрій для обробки відвальної маси суспензією при формуванні породних відвалів

Висновки

Таким чином раціональний спосіб обробки відвальної маси ґрунтується на ефективності від використання такого пристрою за рахунок безперервної роботи, що досягається покриттям відвальної маси інертною сумішшю під час транспортування, це скорочує контакт породи з навколишнім середовищем, що є важливим етапом при формуванні породних відвалів особливо конічної форми, зменшує витрати на експлуатацію та їх обслуговування за рахунок формування пожежостійких породних відвалів, незалежно від впливу умов навколишнього середовища.

Вдячності

Робота виконана на основі власних досліджень без зовнішньої фінансової допомоги.

References

1. Чоботко І.І., Тынына С.В. (2020). Рентгенфлуорисцентное исследование химического состава образцов породного отвала // Журн. «Технічна інженерія», Державний університет «Житомирська політехніка», Вип. № 1(85). 249-253. [Chobotko I.I., Tyunyina S.V. (2020). Rentgenfluoristsentnoe issledovanie himicheskogo sostava obraztsov porodnogo otvala // Zhurn. «Tekhnichna inzheneriia», Derzhavnyi universytet «Zhytomyrska politekhnika», Vyp. № 1(85). 249-253.]
2. Чоботко І.І., Тинина С.В. (2019). Моніторинг теплового стану породних відвалів // Журн. «Гірничий вісник» Криворізького національного університету, Вип. № 106. 9-13. [Chobotko I.I., Tyunya S.V. (2019). Monitorynh teplovoho stanu porodnykh vidvaliv // Zhurn. «Hirnychyi visnyk» Kryvorizkoho natsionalnoho universytetu, Vyp. № 106. 9-13.]
3. Чоботко І.І., Тинина С.В., Франчук В.П. (2019). Технологічна схема пристрою зрошування вапнякової суспензії консольного відвалоутворювача ВКР 8000/100 // Жур. ВІСТІ Донецького гірничого інституту. - № 1 (44). - Донецький національний технічний університет. Покровськ. 138-144. [Chobotko I.I., Tyunya S.V., Franchuk V.P. (2019). Tekhnolohichna skhema prystroiu zroshuvannia vapniakovoї suspenzii konsolnoho vidvaloutvorbvacha VKR 8000/100 // Zhur. VISTI Donetsko-hirnychoho instytutu. - № 1 (44). - Donetskyi natsionalnyi tekhnichnyi universytet. Pokrovsk. 138-144.]
4. Чоботко І.І., Тинина С.В. (2018). Методи та засоби локалізації осередків самозаймання породних відвалів // Міжвідомчий збірник наукових праць «Геотехнічна механіка». – Вип. 142. Дніпро.

134-139. [Chobotko I.I., Tynyna S.V. (2018). Metody ta zasoby lokalizatsii oseredkiv samozaimannia porodnykh vidvaliv // Mizhvidomchy zbirnyk naukovykh prats «Heotekhnichna mekhanika». – Vyp. 142. Dnipro. 134-139.]

5. Чоботько І.І., Тинина С.В. (2017). Проблеми експлуатації та методи запобігання загоранню породних відвалів // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. Т. 44. 146-151. [Chobotko I.I., Tynyna S.V. (2017). Problemy ekspluatatsii ta metody zapobihannia zahoranniu porodnykh vidvaliv // Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Serii: Mekhaniko-tekhnolohichni systemy ta komplekxy. T. 44. 146-151.]

6. Чоботько І.І. (2021). Технологічний пристрій для безпечного формування породних відвалів стійких до samozaimannia. *Одинадцята міжнародна науково-практична конференція «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем»* (26-27 травня, 2021). (С. 237-239) м. Чернігів. НУ «Чернігівська політехніка». (Україна). [Chobotko I.I. (2021). Tekhnolohichniy prystrii dlia bezpechnoho formuvannia porodnykh vidvaliv stiikykh do samozaimannia. Odynadtsiata mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Kompleksne zabezpechennia yakosti tekhnolohichnykh protsesiv ta system» (26-27 travnia, 2021). (PP. 237-239) m. Chernihiv. NU «Chernihivska politekhnika». (Ukraine)].

7. Чоботько І.І. (2021). Аналіз основних чинників впливу горіння породних відвалів на навколишнє середовище. *Всеукраїнська науково-практична on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених «Геотехнології гірництва та промислова екологія»* (12 травня, 2021). (С. 230). м. Житомир. ДУ «Житомирська політехніка». (Україна). [Chobotko I.I. (2021). Analiz osnovnykh chynnykiv vplyvu horinnia porodnykh vidvaliv na navkolyshnie seredovyshe. Vseukrainska naukovo-praktychna on-line konferentsiia zdobuvachiv vyshchoi osvity i molodykh uchenykh «Heotekhnolohii hirnyctva ta promyslova ekolohiia» (12 travnia, 2021). (P. 230). m. Zhytomyr. DU «Zhytomyrska politekhnika». (Ukraine)].

8. Чоботько І.І. (2021). Основні аспекти термічного окислення породних відвалів. *II Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція «Новітні технології в освіті, науці та виробництві»* (29-30 квітня, 2021). (С. 187-189). м. Покровськ. ДонНТУ. (Україна). [Chobotko I.I. (2021). Osnovni aspekty termichnoho okyslennia porodnykh vidvaliv. II Mizhnarodna naukovo-tekhnichna internet-konferentsiia «Novitni tekhnolohii v osviti, nautsi ta vyrobnytstvi» (29-30 kvitnia, 2021). (S. 187-189). m. Pokrovsk. DonNTU. (Ukraine)].

9. Зборщик М.П., Осокин В.В. (2015). Природа самовозгорания и тушения отвальных пород угольных месторождения // Жур. Уголь Украины. Вып. № 3-4, Киев. 76-78. [Zborschik M.P., Osokin V.V. (2015). Priroda samovozgoraniya i tusheniya otvalnyih porod ugolnyih mestorozhdeniya // Zhur.Ugol Ukrainyi. Vyp. № 3-4, Kiev. 76-78.]

10. Мнухин А.Г. (2009). Породные отвалы – сырье будущего // Жур. Уголь Украины. Вып. № 5, Киев. 28-32. [Mnuhin A.G. (2009). Porodnyie otvalyi – syire buduschego // Zhur.Ugol Ukrainyi. Vyp. № 5, Kiev. 28-32.]

11. Зборщик М.П., Осокин В.В. (1996). Предотвращение экологически вредных проявлений в породах угольных месторождений // Донецкий государственный технический университет – Донецк. 178. [Zborschik M.P., Osokin V.V. (1996). Predotvraschenie ekologicheskii vrednyih proyavleniy v porodah ugolnyih mestorozhdeniy // Donetskiy gosudarstvenniy tekhnicheskii universitet – Donetsk. 178.]

12. Зборщик М.П., Осокин В.В., Рудь А.М., Варакин В.М. (23.03.1987). Описание изобретения к авторскому свидетельству № 1204745, МПК (E 21 F 5/00). Устройство для тушения породных отвалов (СССР) № SU 1298397 A2; Заявлен. 30.04.1985; Бюл. № 11 с.:ил. (Украина). [Zborschik M.P., Osokin V.V., Rud A.M., Varakin V.M. (23.03.1987). Opisanie izobreteniya k avtorskomu svidetelstvu № 1204745, MPK (E 21 F 5/00). Ustroystvo dlya tusheniya porodnyih otvalov (SSSR) № SU 1298397 A2; Zayavlen. 30.04.1985; Byul. № 11 s.:il. (Ukraine)].

13. Гейер В.Г., Зборщик М.П., Осокин В.В., Варакин В.М., Малеев В.Б. (23.08.1987). Описание изобретения к авторскому свидетельству № 1093824, МПК (E 21 F 5/00). Устройство для тушения горящих отвалов (СССР) № SU 1332037 A1; Заявлен. 21.10.1985; Бюл. № 31 с.:ил. (Украина). [Geyer V.G., Zborschik M.P., Osokin V.V., Varakin V.M., Maleev V.B. (23.08.1987). Opisanie izobreteniya k avtorskomu svidetelstvu № 1093824, MPK (E 21 F 5/00). Ustroystvo dlya tusheniya goryaschih otvalov (SSSR) № SU 1332037 A1; Zayavlen. 21.10.1985; Byul. № 31 s.:il. (Ukraine)].