

П.А. Прохоров, Вал.В. Сенкус, А.Л. Мансуров

МЕХАНОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ СПОСОБ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Предложено проводить рекультивацию нарушенных земель механогидравлическим способом. Механогидравлическая рекультивация нарушенных земель включает подготовку карт для приема пульпы, отстойника для приема воды, подготовку горной массы из внешних и/или внутренних отвалов, пульпоформирование, транспортировку пульпы в карты, намыывку пород в картах, очистку воды, подачу воды на пульпоформирование и выполаживание бортов открытой горной выемки, который включает самоходные машины и модульные механизмы и устройства, объединенные в единый технологический процесс с замкнутым циклом водоснабжения и смонтированные на перемещаемых платформах, а также секционные трубопроводы с быстроразъемными соединениями для удобства монтажа и демонтажа оборудования. Процессы добычи угля и рекультивации земель разнесены в пространстве и во времени и позволяют совместить их на одном разрезе.

Ключевые слова: открытые горные работы, рекультивация, механогидравлический способ, пульпа, замкнутый цикл водоснабжения, карта, вода, горная масса.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-5-0-59-64

Вопрос необходимости рекультивации земель, нарушенных открытыми горными работами весьма актуальный, поскольку в настоящее время экологическое законодательство, а также нормативная база проектированию и производству рекультивации нарушенных земель допускает проведение данного вида работ после отработки всех балансовых запасов участка недр. При этом экологические фонды по рекультивации нарушенных земель не являются обязательными для добывающих предприятий, что дает возможность объявить организацию банкротом и не проводить восстановление земель.

В добывающей отрасли страны сложилась ситуация, когда площадь рекультивируемых земель в год в 30–40 раз меньше площади их выбытия, при этом огромные площади уже неработающих

карьеров и разрезов остались не рекультивированными должным образом.

В настоящее время есть определенные подвижки в вопросе рекультивации нарушенных земель. Например, в Кузбассе существуют прецеденты выдачи лицензий на право пользования недрами на новые перспективные участки с определенными условиями — разведка и добыча на перспективном участке недр и выполнение ликвидации или рекультивации на уже отработанном в прошлом участке недр. Также, анализируя ситуацию в проектировании стоит отметить, что в последнее время собственники земель, сдающие участки в аренду добывающим предприятиям, выдают Технические условия на рекультивацию, предусматривающие засыпку остаточной карьерной выемки, что является очень дорогостоящим мероприятием.

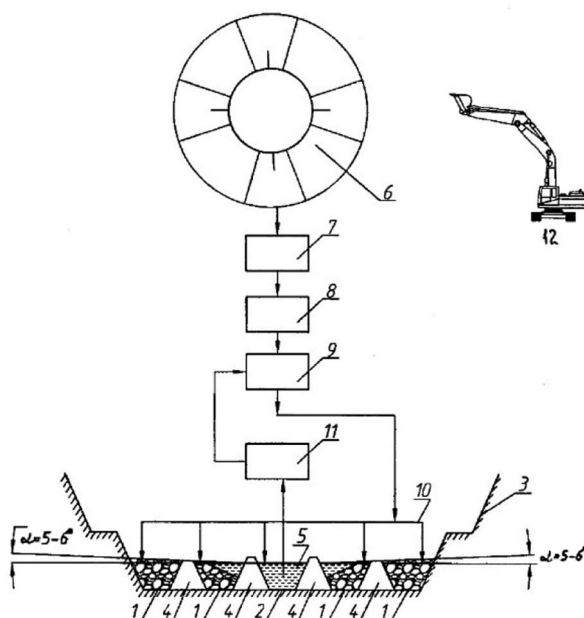


Рис. 1. Технологическая схема механогидравлической рекультивации открытой горной выработки: 1 — карты; 2 — дно открытой горной выработки; 3 — открытая горная выработка; 4 — фильтрующая дамба; 5 — карта отстойника; 6 — отвал; 7 — отделение, разбивка негабаритов и погрузка горной массы; 8 — дробление горной массы; 9 — пульпоформирование в смесителе; 10 — распределенный пульпосброс; 11 — подача воды по трубопроводу; 12 — погрузочная машина

Fig. 1. Process flow chart of mechanical/hydraulic reclamation of an open pit mine: 1—sumps; 2—open pit bottom; 3—open pit mine; 4—filtration dam; 5—settling bowl; 6—dump; 7—separation, break and loading of oversizes; 8—grinding; 9—slurry preparation in a mixer; 10—distributed slurry discharge; 11—water supply via pipeline; 12—loading machine

На основе ретроспективного анализа работ [1–4, 6–12] авторами предложены разные варианты рекультивации земель, но учитывая сложность совмещения процессов эксплуатации и восстановления земель традиционным способом с использованием технологической строительной техники и автотранспорта, в настоящей работе предлагается проводить рекультивацию нарушенных территорий запатентованными механогидравлическим способом и комплексом [5, 13], которая включает отсыпку дамб на дне разреза (рис. 1).

Технология рекультивации предусматривает: подготовку карт 1 проводят на дне 2 открытой горной выработки 3 отсыпкой фильтрующих дамб 4, на которых монтируют водосбросы, защищенные от

плавающих предметов, при этом дамбы возводят каскадом с уклоном $\alpha = 5-6^\circ$ в сторону карты отстойника 5.

Карту отстойника 5 для воды располагают в глубокой части открытой горной выработки 3, в которую направляют ливневые, талые и дренажные воды. Подготовку горной массы проводят последовательными операциями: выемкой из отвала 6, отделением негабаритов, их разбивкой и погрузкой 7, дроблением горной массы 8 до размеров, пригодных для гидравлического транспортирования.

Погрузочная машина подает отвальную смесь на наклонную защитную решетку. Затем, при необходимости, порода дробится с помощью валковой и щековой дробилок и поступает в смеси-

тель. После смешивания с водой, образованная пульпа углесосом или шламовым насосом подается по пульповоду на распределенный пульпосброс и далее в карты при помощи устройства поворота потока струи. После чего вода дренирует через дамбы карт в низшую точку карьерной выемки где уже в очищенном виде собирается в зумпфе. Далее с помощью насоса вода из зумпфа вновь подается в смеситель. Таким образом вода циркулирует по замкнутому контуру.

Производительность такого комплекса может достигать 100 т/ч, что сравнимо с производительностью комплекса

«Экскаватор-автосамосвал» при использовании 1 экскаватора с ковшом вместимостью 3–5 м³ на погрузке и 2-х автосамосвалов г/п 55 т с расстоянием транспортирования 1,5–2,0 км.

Подготовку карт проводят самоходными машинами на дне открытой горной выработки 1 путем отсыпки и уплотнения фильтрующих дамб 2 с монтажом на них водосбросов 3. При этом отстойник для воды делят фильтрующей дамбой с водосбросом, в теле которой оставляют каналы на различных уровнях для перетока воды, на большую карту 6 отстойника, в которую направляют по сточным

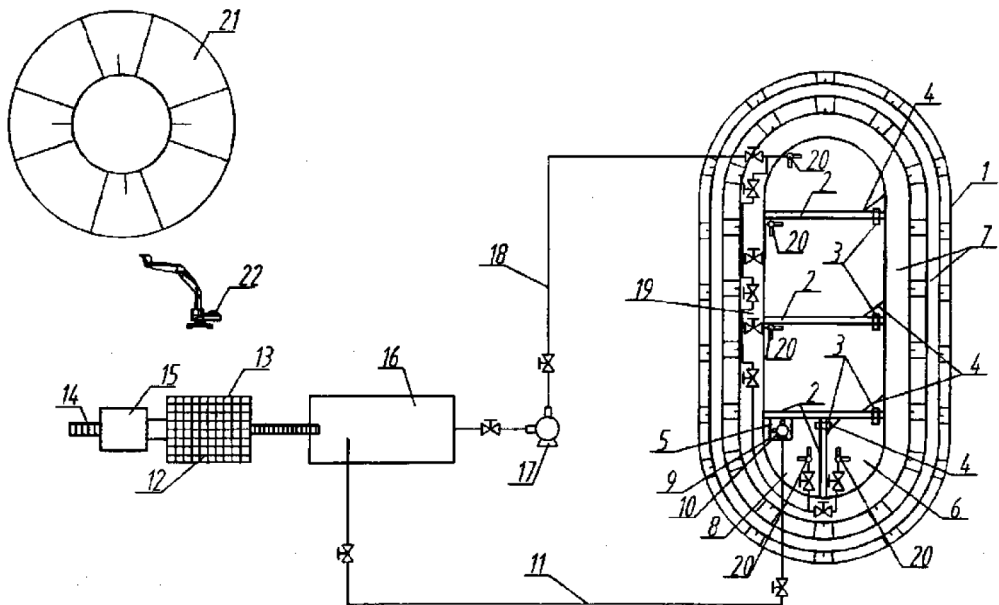


Рис. 2. Комплекс механогидравлической рекультивации открытой горной выработки: 1 – открытая горная выработка; 2 – фильтрующая дамба; 3 – водосброс; 4 – защитная решетка или перемычка с доступом воды снизу; 5 – отстойник для воды; 6 – большая карта отстойника; 7 – уступ открытой горной выемки; 8 – малая карта отстойника; 9 – понтон; 10 – шламовый насос; 11 – трубопровод; 12 – наклонная защитная решетка; 13 – валковая дробилка; 14 – скребковый конвейер; 15 – щековая дробилка; 16 – смеситель; 17 – углесос или шламовый насос; 18 – пульповод; 19 – распределенный пульпосброс; 20 – устройство поворота потока струи; 21 – отвал; 22 – погрузочная машина

Fig. 2. System of mechanical/hydraulic reclamation of open pit mine: 1—open pit mine; 2—filtration dam; 3—water outlet; 4—trash rack or brattice with bottom entry of water; 5—water sedimentation reservoir; 6—big settling sump; 7—open pit bench; 8—small settling sump; 9—floating hull; 10—slurry pump; 11—pipeline; 12—inclined trash rack; 13—cone crusher; 14—scraper transporter; 15—jaw crusher; 16—mixer; 17—coal pump or slurry pump; 18—slurry pipeline; 19—distributed slurry discharge; 20—device to divert flow; 21—dump; 22—loading machine

канавам на уступах 7 открытой горной выработки ливневые, талые и дренажные воды, и малую карту отстойника — зумпф 8, куда размещают на плавающем понтоне 9 шламовый насос 10 для подачи воды на пульпоформирование в смеситель 16 по трубопроводу 11 или закрытый защитной решеткой всас шламового насоса 10, размещенного на уступе 7 открытой горной выработки; подготовка сыпучей горной массы в едином технологическом процессе разбита на стадии: выемки, отделения негабаритов, их дробления и погрузки горной массы, которые проводят машинами и механизмами. Отделение негабаритов производят при выемке горной массы из отвалов ковшом погрузочной машины и на наклонной защитной решетке 12 валковой дробилки 13, которая одновременно производит перепуск кусков горной массы по размерам, пригодным для гидротранспорта, на конвейер 14, дробление зубками валковой дробилки и перепуск кусков слабых горных пород на конвейер 14, отделение и перепуск кусков прочных горных пород зубками, установленными по спиральной линии, в щековую дробилку 15, где производят их дробление до размеров, пригодных для гидротранспорта, и перепуск их на конвейер 14 для доставки на пульпоформирование в смеситель 16, снабженный механическими или гидравлическими устройствами перемешивания.

Пульпоформирование осуществляют путем смешивания подготовленной горной массы с водой в соотношении 1:3 в смесителе 16, установленном под углом 5—6°, направленном в сторону углесоса или шламового насоса 17, где перемешивание горной массы проводят механически или гидравлически. Напорный гидротранспорт пульпы производят углесосом или шламовым насосом 17 по пульповоду 18, имеющим распределенные по картам пульпосбросы 19 с

запорной арматурой и устройства поворота струи потока 20 на 90°, которые монтируют на уступах открытой горной выработки 7 и/или дамбах карт 2, при этом пульпосбросы и водосбросы располагают в диаметрально противоположных углах карт. Намыв пород в картах производят последовательно от дальней к ближней карте отстойника, при этом воду фильтруют через тело дамбы 2, а ее излишек очищают каскадным переливом через водосбросы 3 в соседние карты, большую и малую карты 8 отстойника 5, при этом размеры малой карты 8 регламентируют размерами плавающего понтона или объемом зумпфа, равным 3—5-кратной часовой производительности шламового насоса подачи воды на пульпоформирование.

Эффективность использования механического способа рекультивации земель, с точки зрения экологичности проекта заключается в возможности проведения горно-технического этапа рекультивации параллельно с эксплуатацией участка недр. Тем самым сокращается срок восстановления нарушенных земель. Т.о. возвращенные в прежнее состояние земли смогут раньше использоваться по своему исходному назначению.

Для недропользователя, в свою очередь, представленная технология позволит выполнять технические условия на проведение рекультивации в полном объеме и в более ранние сроки, чем при традиционном способе рекультивации, а следовательно, раньше сдать восстановленные земли собственнику и сократить платежи за аренду земли. Кроме того, данная технология не требует строительства и содержания дорог и самих автосамосвалов в отличие от технологии с использованием автомобильного транспорта для доставки отвальной смеси в выработанное пространство, что по грубым подсчетам на 30% экономичнее.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нормы технологического проектирования угольных шахт (ВНТП 1-92). — М.: Центгипрошахт, 1993. — 45 с.
2. Красавин А. П., Катаева И. В., Васильева С. В. и др. Патент РФ № 94023111/15. Способ рекультивации нарушенных при добыче угля земель. Заявл. 1994.06.15. Оpubл. 1997.02.10.
3. Зарубин С. И., Логинов Л. Ф., Рыжук Н. В. и др. Патент РФ № 95113954. Способ рекультивации земель. МПК А01В 79/02, Заявл. 1995.08.03. Оpubл. 1997.10.10.
4. Герасимов В. М., Карасев К. И., Рашкин А. В. Патент РФ № 96111633/13. Способ восстановления нарушенных земель при открытой разработке месторождений. Заявл. 1996.06.07. Оpubл. 1998.04.27.
5. Сенкус Вал. В., Мельник В. В., Стефанюк Б. М. и др. Патент РФ № 2569145. Комплекс механогидравлической рекультивации нарушенных земель. МПК E21C 41/32. Патентообл. ФГБОУ ВПО «КемГУ». Заявл. 06.08.2014. Оpubл. 20.11.2015. Бюл. № 32.
6. Горлов В. Д. Рекультивация земель на карьерах. — М.: Недра, 1981. — 260 с.
7. Инструкция по рекультивации нарушенных сланцевыми разрезами земель. — М., 1985. — 22 с.
8. Машины для рекультивации нарушенных земель. Справочник. — М.: Недра, 1981. — 350 с.
9. Методические указания по проектированию рекультивации нарушенных земель на действующих и проектируемых предприятиях угольной промышленности. — Пермь: Вниисугодь, 1991. — 290 с.
10. Методические указания по разработке проектов рекультивации нарушенных земель, снятая использования плодородного слоя почв на горнорудных предприятиях Минчермета СССР. — М.: Минчермет — Институт горного дела, 1985. — 56 с.
11. Нурок Г. А. Процессы и технология гидромеханизации открытых горных работ. — М.: Недра, 1979. — 549 с.
12. Сенкус Вал. В., Сенкус В. В., Фомичев С. Г., Сенкус Вас. В. Патент РФ № 2297533. Способ рекультивации открытых горных выработок. Заявл. 26.08.2005. Оpubл. 20.04.2007. Бюл. № 11.
13. Сенкус Вал. В., Сенкус Вас. В., Стефанюк Б. М. и др. Патент РФ № 2569146. Способ механогидравлической рекультивации нарушенных земель. МПК E21C 41/18. Патентообл. ФГБОУ ВПО «КемГУ». Заявл. 06.08.2014. Оpubл. 20.11.2015. Бюл. № 32. **ПАТЕНТ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Прохоров Павел Андреевич — главный инженер проектов, филиал ООО «Сибниуглеобогащение», г. Прокопьевск, e-mail: ProkhorovPaA@suek.ru,

Сенкус Валентин Витаутасович — кандидат технических наук, начальник горного отдела, ООО «Проектгидроуголь-Н», e-mail: senkus@yandex.ru,

Мансуров Андрей Леонидович — начальник управления, e-mail: MansurovAL@suek.ru, филиал ООО «Сибниуглеобогащение», г. Прокопьевск.

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analitcheskiy byulleten'. 2018. No. 5, pp. 59–64.

P.A. Prokhorov, Val.V. Sencus, A.L. Mansurov

MECHANICAL/HYDRAULIC ENGINEERING IN RECLAMATION OF OPEN PIT MINES

The article proposes a method for reclamation of disturbed lands using mechanical/hydraulic engineering. The mechanical/hydraulic technique of disturbed land reclamation includes arrangement of slurry and water sumps, processing of rocks in external/internal dumps and preparation of

slurry, transport of slurry to the sumps, settling of rocks in the sumps, water treatment, water supply for the slurry preparation and flattening of open pit walls, with the integration of self-propelled machines and modular equipment into a single process with the closed-loop water supply, assembled on movable platforms, as well as with pipe joints to make lines with quick-release coupling for the convenience of the equipment assembly and disassembly. The processes of mining and reclamation are separated in time and space and can easily be combined in an open pit mine.

Key words: open pit mining, reclamation, mechanical/hydraulic engineering technique, slurry, closed-loop water supply, sump, water, rock mass.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-5-0-59-64

AUTHORS

Prokhorov P.A., Chief Project Engineer,
e-mail: ProkhorovPaA@suek.ru,
Branch of LLC «Sibniugleobogaschenie»,
Prokopyevsk, Russia,
Senkus Val.V., Candidate of Technical Sciences,
Head of Mining Department,
e-mail: senkus@yandex.ru,
LLC «Proektgidrougol-H», Novokuznetsk, Russia,
Mansurov A.L., Head of the Prokopyevsk Administration,
e-mail: MansurovAL@suek.ru,
Branch of LLC «Sibniugleobogaschenie»,
Prokopyevsk, Russia.

REFERENCES

1. *Normy tekhnologicheskogo proektirovaniya ugol'nykh shakht (VNTP 1-92)* (Norms of technological design of coal mines (VNTP 1–92)), Moscow, Tsentgiproshakht, 1993, 45 p.
2. Krasavin A. P., Kataeva I. V., Vasil'eva S. V. *Patent RU 94023111/15*, 1997.02.10.
3. Zarubin S. I., Loginov L. F., Ryzhuk N. V. *Patent RU 95113954*, MPK A01V 79/02, 1997.10.10.
4. Gerasimov V. M., Karasev K. I., Rashkin A. V. *Patent RU 96111633/13*, 1998.04.27.
5. Senkus Val.V., Mel'nik V.V., Stefanyuk B.M. *Patent RU 2569145*, MPK E21S 41/32, 20.11.2015.
6. Gorlov V. D. *Rekul'tivatsiya zemel' na kar'erakh* (Reclamation of lands on quarries), Moscow, Nedra, 1981, 260 p.
7. *Instruktsiya po rekul'tivatsii narushennykh slantsevymi razrezami zemel'* (Manual for the reclamation of disturbed shale sections lands), Moscow, 1985, 22 p.
8. *Mashiny dlya rekul'tivatsii narushennykh zemel'*. Spravochnik (Machines for reclamation of disturbed lands. Handbook), Moscow, Nedra, 1981, 350 p.
9. *Metodicheskie ukazaniya po proektirovaniyu rekul'tivatsii narushennykh zemel' na deystvuyushchikh i proektiruemykh predpriyatiyakh ugol'noy promyshlennosti* (Guidelines for the design of reclamation of land for existing and projected enterprises of coal industry), Perm', Vniiugod', 1991, 290 p.
10. *Metodicheskie ukazaniya po razrabotke proektov rekul'tivatsii narushennykh zemel', snyatayai ispol'zovaniya plodorodnogo sloya pochv na gornorudnykh predpriyatiyakh Minchermeta SSSR* (Methodical instructions on development of projects of reclamation of the disturbed lands, removed and use of a fertile layer of soils at the mining enterprises of the Ministry of agriculture of the USSR), Moscow, Minchermet–Institut gornogo dela, 1985, 56 p.
11. Nurok G. A. *Protsessy i tekhnologiya gidromekhanizatsii otkrytykh gornykh rabot* (Processes and technology of dredging of surface mining), Moscow, Nedra, 1979, 549 p.
12. Senkus Val. V., Senkus V. V., Fomichev S. G., Senkus Vas. V. *Patent RU 2297533*, 20.04.2007.
13. Senkus Val. V., Senkus Vas. V., Stefanyuk B. M. *Patent RU 2569146*, 20.11.2015.

