

**М.Д. Горшков, Вал. В. Сенкус, А.Л. Мансуров,  
В.В. Сенкус**

## **ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ И МЕХАНОГИДРАВЛИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

Представлены разработанные гидравлический и механогидравлический способы рекультивации нарушенных земель, а так же комплексы для их реализации. При гидравлическом способе предусматривается смыв горной массы из внешних отвалов разрезов и транспортировка ее самотеком в открытые горные выработки, борта разрезов выполаживаются струей гидромонитора. При механо-гидравлической рекультивации нарушенных земель заилочивание горных выработок производят с использованием напорного гидротранспорта и технических средств подготовки горной массы. Ключевые слова: рекультивация, открытые выработки, гидравлическая, механо-гидравлическая, гидротранспорт, закладка.

**В** современных условиях основным направлением повышения эффективности функционирования горнотехнической системы, а следовательно и в целом освоения недр, является создание технологических схем освоения месторождений, которые основаны на принципах рационального сочетания технологических процессов различных способов разработки и для наиболее эффективного функционирования горнотехнической системы производится оптимизация области (границ) экономически выгодного использования каждого способа на месторождении и обеспечиваются благоприятные условия для перехода от одной технологии к другой или совместного функционирования различных технологий. Рациональное сочетание во времени и в пространстве различных способов добычи угля обеспечивается применением комбинированной разработки месторождений.

В настоящее время при разработке месторождений открытым способом не уделяют должного внимания рекультивации нарушенных земель, что ведет к выбытию из оборота земель на многие десятки лет.

В настоящей работе предлагается использовать гидравлический и механогидравлический способы для технической ре-

культивации земель открытых горных выработок, интегрированные в технологию добычи полезного ископаемого.

При разработке месторождений открытым способом вскрышные породы на первом этапе располагают на бортах разреза, а затем размещают на внутренних отвалах. Для шахтного притока на дне разреза формируют отстойник с водоотливом, чтобы не допустить затопления добычных забоев.

Гидравлический и механогидравлический способы для технической рекультивации земель открытых горных выработок достаточно просто вписываются в инфраструктуру открытых работ, если внутренние отвалы разделить фильтрующими дамбами с организованными переливами при их переполнении, а карты заполнять пульпой, формируемой и подаваемой из отвалов на бортах разреза.

*Технологическая схема гидравлического способа рекультивации земель* представлена на рис. 1–3.

Предлагаемый способ рассматривается на примере рекультивации земной поверхности ранее отработанного старого выемочного участка разреза, на котором, после извлечения угольного пласта.

Открытые горные выработки 2 пройдены в наносах 3, коренные породы 4 образуют внешний отвал 5 из сыпучего материала различных частей горного массива и водоем 6.

Способ реализуется за счет перемещения сыпучего материала из внешнего отвала 5 в открытые горные выработки 2 с использованием воды находящейся в отстойнике 6.

В технологическую схему гидравлической рекультивации земли входит комплекс основного оборудования, включающий гид-

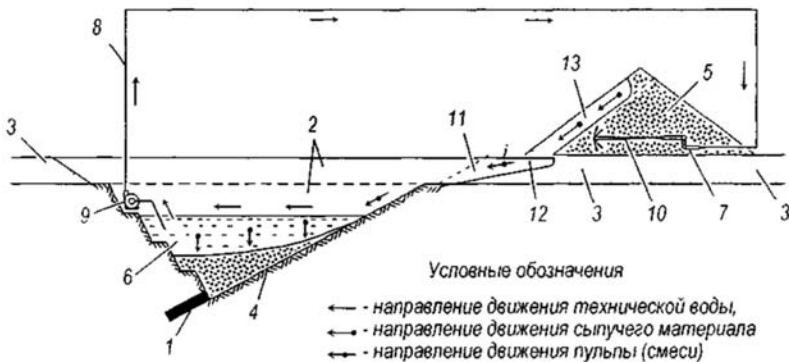


Рис. 1. Общая технологическая схема гидравлической рекультивации земель

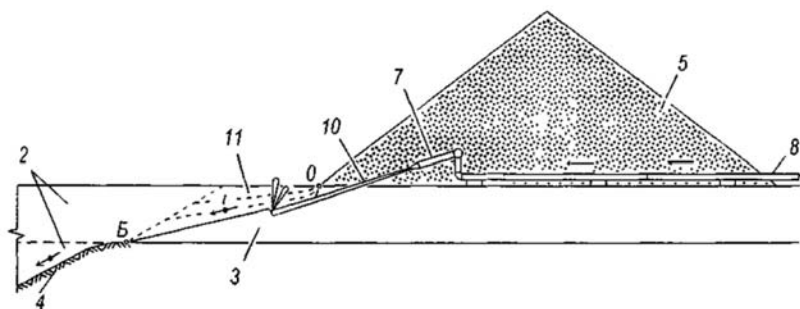


Рис. 2.

ромонитор 7, трубопровод технической воды 8 и насос 9. Запуск технологической схемы в работу производится за счет подачи воды насосом 9 из водоема 6 по трубопроводу 8 к гидромонитору 7, в котором формируется струя воды 10 как исполнительный инструмент для дистанционного смыва сыпучего материала 5.

Гидравлическая рекультивация земной поверхности производится в следующей последовательности. Сначала производится гидравлическое разрушение наносов 3 струей воды 10 на участке земли между наклонным бортом открытой горной выработки 2 и основанием естественного откоса внешнего отвала 5 (между точками Б-0). На конечной стадии разрушения наносов 3 формируется уклон почвы для безнапорного гидротранспорта пульпы в направлении рекультивируемых открытых горных выработок 2. Затем струей воды 10 производится вруб 12 основания откоса внешнего отвала 5 (между точками 0-0 для увеличения производительности смыва за счет смещения по откосу частей 13 отвала 5 под собственным весом). Врубы 12 производятся на границе наносов 3 и сыпучего материала отвала 5.

По мере проведения каждого вруба 12 (между точками 0-0<sub>1</sub>, 0<sub>1</sub>-0<sub>2</sub>, 0<sub>2</sub>-0<sub>3</sub> и т.д.) и смыва частей 13 сыпучего материала 5. Пульпа в виде смеси твердого и жидкого транспортируется в водоем 6 по склону почвы и наклонным бортам открытых горных выработок 2. В водоеме 6 происходит осаждение твердого и осветление воды в замкнутом цикле водоснабжения.

Работы по рекультивации производятся до полного перемещения сыпучего материала из внешнего отвала 5 в открытые горные выработки 2 в зоне ограниченной рабочей длиной струи 10 гидромонитора 7, требующей его циклического переноса, и рабочим уклоном почвы для безнапорного гидротранспорта пульпы в зависимости от крупности сыпучего материала.

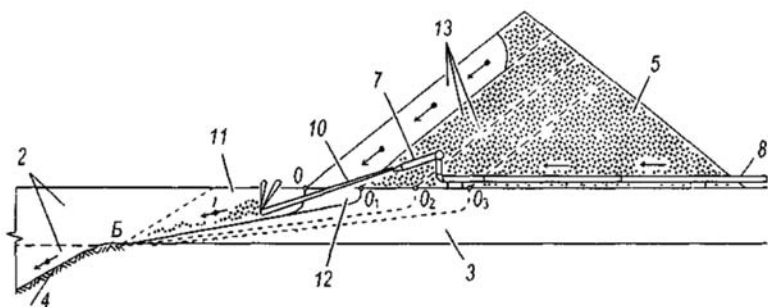


Рис. 3.

Технологическая схема механогидравлического способа рекультивации земель и комплекса реализующего его представлены на рис. 4–5.

Способ механогидравлической рекультивации земель включает выемку и подготовку песчаных и супесчаных пород с использованием экскаваторов, земснарядов или драг, пульпоформирование и транспортировку гидросмеси в отвал, гидравлическую укладку с использованием эстакадного и без эстакадного способа намыва пород [5].

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 который направляют ливневые, талые и дренажные воды; подготовку горной массы проводят последовательными операциями: выемку горной массы из отвала 6, отделения негабаритов, их разбивку и погрузку горной массы 7, дробление горной массы 8 до размеров, пригодных для гидравлического транспортирования (размеры кусков указываются в техническом паспорте выбранного шламового насоса или углесоса); пульпоформирование в смесителе 9 проводят путем смешивания подготовленной горной массы с водой в консистенции Т:Ж 1:3–1:5, при этом воду используют в замкнутом цикле; пульпу закачивают по распределенным пульпосбросам 10 в карты 1 последовательно от верхней к нижней; намывку горных пород в картах 2 ведут до заданной отметки и последнюю очередь заполняют карту отстойника 5; очистку воды проводят фильтрацией через тело дамб 4 и переливом воды через водосбросы при переполнении

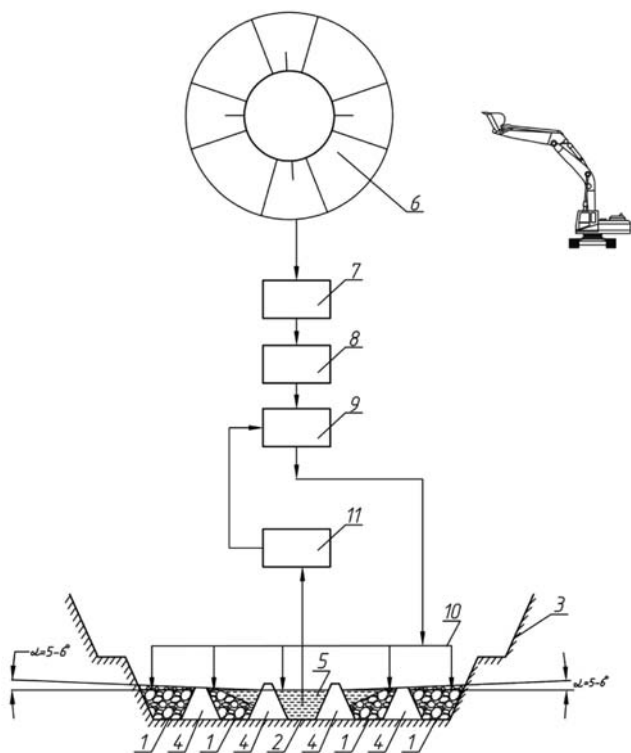


Рис. 4. Способ механогидравлической рекультивации земель: 1 – карта; 2 – дно открытой горной выработки; 3 – открытая горная выработка; 4 – фильтрующая дамба; 5 – карта отстойника; 6 – отвал; 7 – отделение, разбивка негабаритов и погрузка горной массы; 8 – дробление горной массы; 9 – пульпоформирование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

карт; подачу воды по трубопроводу 11 на пульпоформирование в смесителе 9 производят из карты отстойника 5 по отдельному трубопроводу; выполаживание бортов открытой горной выработки ведут с учетом защиты их от водной эрозии и направления рекультивации нарушенных земель.

Комплекс механогидравлической рекультивации нарушенных земель включает машины, механизмы и устройства, обеспечивает подготовку карт для приема пульпы; отстойника для приема воды, подготовку горной массы из внешних и/или внутренних отвалов, пульпоформирование, транспортировку пульпы в карты, намывку пород в картах, очистку воды; подачу воды на

пульпоформирование и выполаживание бортов открытой горной выемки и объединены в единый технологический процесс с замкнутым циклом водоснабжения, включает самоходные машины и модульные механизмы и устройства, смонтированные на перемещаемых платформах, а так же секционные трубопроводы с быстроразъемными соединениями для удобства монтажа и демонтажа оборудования, разнесенное в пространстве и во времени.

Подготовку карт проводят самоходными машинами на дне открытой горной выработки 1 путем отсыпки и уплотнения фильтрующих дамб 2 с монтажом на них водосбросов 3, закрытых от попадания плавающих предметов защитными решетками 4 или перемычками с доступом воды снизу, 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 канавам на уступах 7 открытой горной

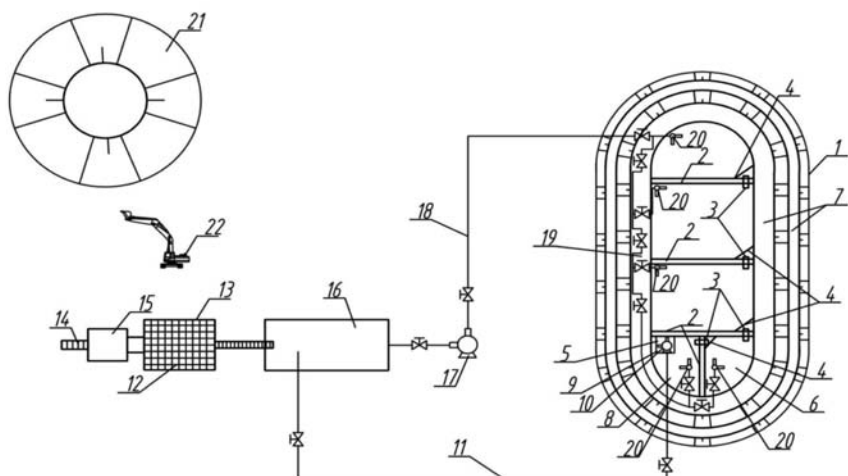


Рис. 5. Комплекс рекультивации нарушенных земель: 1 – открытая горная выработка; 2 – фильтрующая дамба; 3 – водосброс; 4 – защитная решетка или перемычка с доступом воды снизу; 5 – отстойник для воды; 6 – большая карта отстойника; 7 – уступ открытой горной выемки; 8 – малая карта отстойника; 9 – понтон; 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

выработки ливневые, талые и дренажные воды, и малую карту отстойника — зумпф 8, куда размешают 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, который проводят машинами и механизмами, при этом 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, снабженным механическими или гидравлическими устройствами перемешивания; пульпоформирование осуществляют путем смешивания подготовленной горной массы с водой в соотношении 1:3—1:5 в смесителе 16, установленном под углом 5—6°, направленному в сторону углесоса или шламового насоса 17, где перемешивание горной массы проводят механически или гидравлически; напорную 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 дамб 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 равному 3—5 кратной часовой производительности шламового насоса подачи воды на пульпоформирование; выполаживание бортов открытой горной выработки 1 производят после заполнения всех карт механизированным и/

или гидравлическим способом с учетом защиты их от водной эрозии и направления рекультивации нарушенных земель, при этом определяют показатель восстановления гидрологического режима подземных вод, если он не удовлетворяет условию полного поглощения ливневых, талых, сточных и дренажных вод, то впадину рекультивированной поверхности оснащают водосбросом излишков воды во внешние водоемы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Пашкевич М. А., Смирнов Ю. Д., Петрова Т. А. и др.* Патент РФ № 2444628. Способ восстановления нарушенных земель при открытой разработке месторождений полезных ископаемых. МПК E21C41/32 (2006.01) Патентообл. Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова (технический университет). Заявл. 09.08.2010. Оpubл. 10.03.2012.

2. *Тальгамер Б. Л., Коробкова Е. А.* Патент РФ № 2433268. Способ рекультивации карьеров (Варианты). МПК E21C41/32 (2006.01). Патентообл. Иркутский государственный технический университет. Заявл. 12.04.2010. Оpubл. 10.11.2011.

3. *Лавриненко А. Т.* Патент РФ № 2359127. Способ формирования и подготовки внешних отвалов и карьерных выемок для биологической рекультивации. МПК E21C41/32 (2006.01). Патентообл. Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии СО «Россельхозакадемии». Заявл. 09.03.2007. Оpubл. 20.06.2009.

4. *Кононенко А. Е., Гальперин А. М., Зайцев В. С., Кириченко Ю. В.* Патент РФ № 2088760. Способ рекультивации откосов при открытой разработке месторождений. МПК E21C41/32 (2006.01). Патентообл. Московский государственный горный университет. Заявл. 28.03.1995. Оpubл. 27.08.1997.

5. *Нурок Г. Л.* Процессы и технология гидромеханизации открытых горных работ. — М.: Недра, 1979. — 549 с. **ГИАН**

#### КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

*Горшков Михаил Дмитриевич*<sup>1</sup> — кандидат технических наук, технический директор, e-mail: gorschkovmd@suek.ru,

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

*Мансуров Андрей Львович*<sup>1</sup> — заместитель технического директора, e-mail: mansuroval@suek.ru,

*Сенкус Витаутас Валентинович*<sup>1</sup> — доктор технических наук, профессор, заместитель исполнительного директора по науке, e-mail: senkusvv@suek.ru,

<sup>1</sup> ООО «Сибниииуглеобогащения».



UDC 622.882:  
622.271.6

**M.D. Gorshkov, Val. V. Senkus, A.L. Mansurov, V.V. Senkus**  
**HYDRAULIC AND MECHANICAL-HYDRAULIC**  
**RECLAMATION OF OPEN PIT MINES**

The article describes the developed methods for hydraulic and mechanical–hydraulic reclamation of disturbed lands as well as the related equipment. The hydraulic reclamation method includes washing-down of rock from external dumps and rock flow by gravity in mined-out void of open pits; pitwalls are to be flattened using giant jets. The mechanical–hydraulic method involves slushing of open pits using pressurized transport and rock preparation equipment.

Key words: reclamation, open pit mines, hydraulic, mechanical–hydraulic, hydrotransport, backfilling.

**AUTHORS**

*Gorschkov M.D.*<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, Technical Director,

e-mail: gorschkovmd@suek.ru,

*Senkus V.V.*, Candidate of Technical Sciences,

Chief of Mountain Department,

LTD «Proekthidrocool-N», 654001, Novokuznetsk, Russia,

e-mail: senkus@yandex.ru,

*Mansurov A.L.*<sup>1</sup>, Deputy of Technical Director,

e-mail: mansuroval@suek.ru,

*Senkus V.V.*<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor,

Deputy of Chief Executive on Science,

e-mail: senkusvv@suek.ru,

<sup>1</sup> LTD «Sibniicoolobogaschenie», 653000, Prokopevsk, Russia.

**REFERENCES**

1. Pashkevich M. A., Smirnov Yu. D., Petrova T. A. *Patent RU 2444628*, 10.03.2012.
2. Tal'gamer B. L., Korobkova E. A. *Patent RU 2433268*, 10.11.2011.
3. Lavrinenko A. T. *Patent RU 2359127*, 20.06.2009.
4. Kononenko A. E., Gal'perin A. M., Zaytsev B. C., Kirichenko Yu. V. *Patent RU 2088760*, 27.08.1997.
5. Nurok G. L. *Protsessy i tekhnologiya gidromekhanizatsii otkrytykh gornykh rabot* (Processes and technology of hydromechanization of open mountain works), Moscow, Nedra, 1979, 549 p.



**КОПИУС ГОРНЫХ ИНЖЕНЕРОВ, ЭТО:**

*4. Особая система аттестации, ранжирования и экспертизы специалистов.*