

DOI: 10.26730/1999-4125-2019-3-82-93

УДК 622.271.3

**ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ПОРОД, НАМЫТЫХ РАНЕЕ В ГИДРООТВАЛ  
№2 РАЗРЕЗА АО «ЧЕРНИГОВЕЦ», ГИДРОМОНИТОРОМ  
И ЗЕМЛЕСОСНЫМ СНАРЯДОМ****TECHNOLOGY FOR THE DEVELOPMENT OF BREEDS, PREVIOUSLY WASHED  
TO THE HYDRO-HANDLE NO.2 OF THE CUTTING OF «CHERNIGOVETS» JSC,  
USING A HYDROMONITOR AND A SUCTION DREDGER****Корчагина Татьяна Виктровна<sup>1</sup>**,

канд. техн. наук, директор, t.korchagina@sds-ugol.ru

**Korchagina Tatiana V.<sup>1</sup>**,

C. Sc. in Engineering, Director,

**Протасов Сергей Иванович<sup>2</sup>**,

канд. техн. наук, профессор, psi.rmpio@kuzstu.ru

**Protasov Sergey I.<sup>2</sup>**, C. Sc. in Engineering, Professor,**Мироненко Илья Александрович<sup>2</sup>**,

аспирант, ilya.mironenko.86@bk.ru

**Mironenko Ilya A.<sup>2</sup>**,

graduate student,

**Дониц Антон Викторович<sup>1</sup>**,

главный инженер проектов, a.donich@sigd42.ru

**Donich Anton V.<sup>1</sup>**,

Chief Project Engineer

<sup>1</sup>ООО «Сибирский Институт Горного Дела», д. 7/2, пр. Притомский, г. Кемерово, 650066, Россия,<sup>1</sup>Siberian Institute of Mining, 650066, Russia, Kemerovo, Pritomsky Ave., 7/2,<sup>2</sup>Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, д. 28, ул. Весенняя, г. Кемерово, 650000, Россия.<sup>2</sup>T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesennya Str., Kemerovo, 650000, Russia,**Аннотация:**

*Доработка запасов угля на ряде угольных карьеров Кузбасса требует переукладки пород, ранее намытых в гидроотвалы, находящиеся над запасами угля.*

*На основании анализа изменений физико-механических свойств намываемых пород в гидроотвале предлагается комплексная технология переукладки гидроотвалов, которая позволила обосновать новый способ их разработки и перемещения.*

*Сущность этого способа переукладки пород гидроотвалов заключается в том, что безопасность и эффективность ведения горных работ обеспечивается не только за счет использования комплекса гидромеханизированных технологий, каждая из которых применяет технические средства, которые наиболее соответствуют физико-механическим свойствам пород в разных разрабатываемых зонах гидроотвала, но и последовательностью их применения и сочетания.*

*Обосновано применение эффективной и безопасной технологии в условиях разработки пород гидроотвала №2 разреза «Черниговец» и перемещения их на новое место укладки – в гидроотвал «Внутренний №3». Установлено общее количество пород в гидроотвале №2 и объемы пород, разрабатываемых разными комплексами оборудования. Определены календарный график работ и перечень основного оборудования. Определены затраты на приобретение основного оборудования гидрокомплекса, на горно-строительные работы и удельные эксплуатационные затраты на разработку пород.*

**Ключевые слова:** разработка пород, уложенных в гидроотвал, комплексная технология

гидромониторного размыва и разработки пород землесосным снарядом, календарный график работ, перечень основного оборудования, затраты на приобретение основного оборудования, на горно-строительные работы и удельные эксплуатационные затраты на разработку пород.

**Abstract:**

*Refinement of coal reserves at a number of Kuzbass coal mines requires re-laying of rocks that have previously been washed up in the hydraulic dumps located above the coal reserves.*

*Based on the analysis of changes in the physicommechanical properties of alluvial rock in the hydrohole, a complex technology of re-laying of the waterfalls is proposed, which made it possible to substantiate a new way of developing and moving them.*

*The essence of this method of re-laying rocks of hydraulic dumps lies in the fact that the safety and efficiency of mining operations is ensured not only through the use of a complex of hydromechanized technologies, each of which uses technical means that most closely match the physical and mechanical properties of rocks in different developed areas of the hydraulic mine dump, but also sequence of their application and combination.*

*The application of efficient and safe technology in the conditions of development of rocks of the hydraulic dump No. 2 of the "Chernigovets" mine and their transfer to a new place of laying - in the hydraulic mine "Internal No. 3" is substantiated. The total number of rocks in the hydro dump No. 2 and the volumes of rocks developed by different equipment complexes have been established. The schedule of works and the list of the main equipment are determined. The costs for the acquisition of the main equipment of the hydrocomplex, for the mining and construction works and the specific operating costs for the development of rocks have been determined.*

**Key words:** *development of rocks laid in hydraulic dump, complex technology of jetting washing and development of rocks by suction dredger, calendar schedule of work, list of main equipment, costs for the acquisition of main equipment, for mining construction works and specific operating costs for the development of rocks.*

**Введение.**

Известно, что ввод в эксплуатацию новых участков угольных месторождений экономически целесообразно осуществлять при расположении их в непосредственной близости от действующих разрезов, где завершается отработка запасов угля, но создана современная техническая база, способная обеспечить устойчивую работу предприятия [1].

Препятствием для реализации этого направления развития угледобычи для разреза «Черниговец» стало наличие гидроотвала №2 над угленасыщенной зоной, следовательно, породы, которые в него намыты, требуется вновь разработать и переместить в другое место. Горно-геометрический анализ показал, что объем пород, требующих переукладки из гидроотвала №2 разреза «Черниговец», составляет 29900 тыс. м<sup>3</sup> (рис. 1).

Анализ имеющейся информации о состоянии гидротехнических сооружений гидроотвалов №1, №2 и свойств намытых там пород, а также уже имеющийся опыт разработки гидроотвала №3 филиала АО «УК «Кузбассразрезуголь» «Кедровский угольный разрез» [2-4] позволили сформулировать наиболее оптимальное технологическое решение переукладки пород из гидроотвала №2 с помощью гидромеханизированной технологии.

Решение задачи применительно к условиям разреза «Черниговец».

На первом этапе была выполнена оценка возможности перемещения гидросмеси из гидроотвала №2 по трубопроводу в гидроотвал №1 (см. рис. 1) [5].

Приемная способность гидроотвала №1 составляет 2÷3 млн м<sup>3</sup> (без наростки дамб обвалования), при этом имеется возможность разместить в нем

весь объем переукладываемых пород. Негативным фактором, который объективно ограничивает целесообразность этого варианта размещения переукладываемых пород, является значительное расстояние транспортирования гидросмеси – от 8600 м в первоначальный период работы до 10800 м на завершающей стадии. При этом геодезическая высота подъема пульпы до выпуска гидросмеси на дамбу с отметкой 267,5 м первоначально будет 72 м и к завершающему этапу работ достигнет величины 97 м. В таких горнотехнических условиях, безусловно, потребуются введение перекачивающих землесосных станций, что приведет к значительному увеличению затрат на переукладку пород из гидроотвала №2.

По второму варианту при размещении пород в остаточной карьерной выемке участка открытых горных работ шахты «Южная» АО «Черниговец» (см. рис.1), следует отметить, что это место намыта гидросмеси расположено значительно ближе к гидроотвалу №2 (по сравнению с гидроотвалом №1). При перемещении гидросмеси по трубопроводу нет необходимости, как это было в предыдущем варианте, преодолевать высотные отметки более +240 м, что исключает необходимость применения перекачивающих землесосных станций. Однако емкость этой выработки ( $\approx 30$  млн м<sup>3</sup>) с учетом объема поровой и оборотной воды позволяет уложить в ней не более 24 млн м<sup>3</sup> переукладываемых пород из гидроотвала №2 (коэффициент заполнения  $K_v = 0,8$ ).

Для реализации этого варианта, придерживаясь принципа сокращения расстояния перемещения

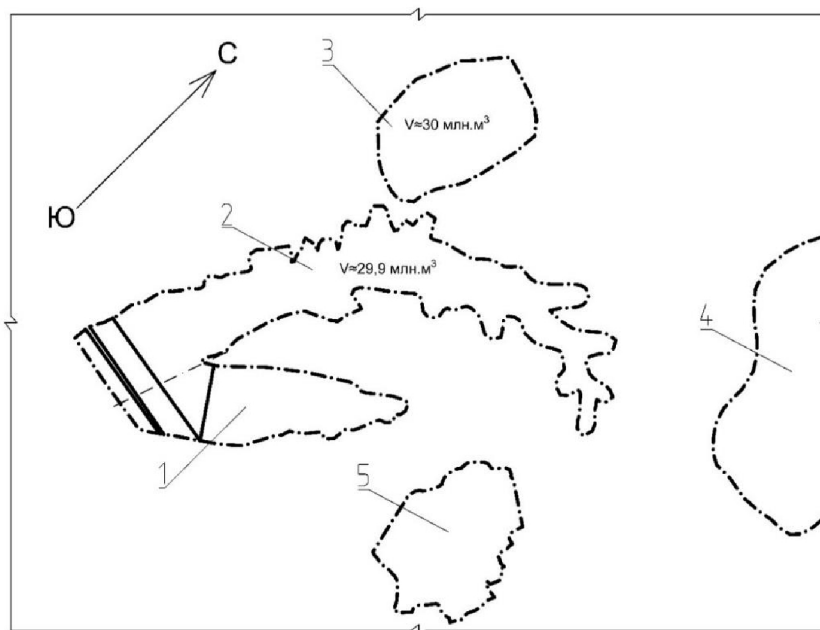


Рис. 1. Положение объектов горных работ разреза «Черниговец»:

1 – оставляемая часть гидроотвала №2; 2 – переукладываемая часть гидроотвала №2; 3 – выработанное пространство участка ОГР шахты «Южная»; 4 – гидроотвал №1; 5 – остаточная карьерная выемка в районе склада ВМ; — · — границы гидроотвалов и карьерных выработок

Fig. 1. Position of the mining objects of the "Chernigovets" open-pit mine:

1 - the left part of the hydraulic dump No. 2; 2 - the redeployed part of the hydraulic dump No. 2; 3 - the mined-out space of the site of the Yugra mine; 4 - hydraulic dump No.1; 5 - residual mine excavation in the area of the VM warehouse; the boundaries of the dumps and quarry

гидросмеси переукладываемых пород из гидроотвала №2, обеспечивающего минимум издержек, авторами был предложен способ намыва части гидросмеси в гидроотвал «Восточный», который формируется на территории оставляемой части гидроотвала №2 (см. рис.1). В этом случае порядка 10 млн м³ породы в виде гидросмеси перемещаются по наиболее короткому пути. Для обеспечения большей устойчивости намываемого массива предложен специальный способ намыва гидросмеси, который обеспечивает удаление глинистых и илистых частиц с оборотной водой, а недостаточно осветленную технологическую воду вместе с мелкодисперсными частицами в объеме 2÷3 млн м³ надо перемещать в гидроотвал №1, то есть второй вариант является вполне рабочей схемой, но в ходе проектной проработки было решено учесть возможную перспективу использования площади гидроотвала «Восточный» на территории оставляемой части гидроотвала №2 для укладки полускальных вскрышных пород при автомобильной доставке вскрышных пород.

Третий вариант размещения пород из гидроотвала №2 в остаточной карьерной выработке 5 АО «Черниговец» (см. рис.1) в районе склада взрывчатых материалов (гидроотвал «Внутренний №3») позволяет также средствами гидромеханизации

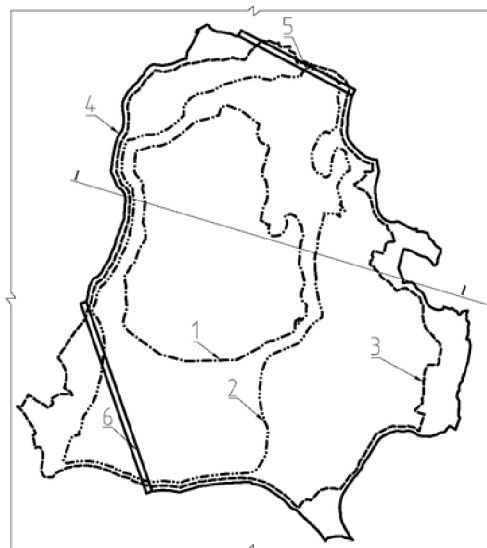


Рис. 2. Остаточная карьерная выработка в районе склада взрывчатых материалов: 1, 2, 3 и 4 – контуры гидроотвала «Внутренний №3» при намыве гидросмеси до отметки, соответственно, 215, 240, 250 и 260 м; 5 и 6 – дамбы обвалования

Fig. 2. Residual career development in area of a warehouse of explosive materials: 1, 2, 3, and 4 – the contours of the "Internal No. 3" hydraulic dump when the slurry is washed to the mark, respectively, 215, 240, 250 and 260 m; 5 and 6 - embankments

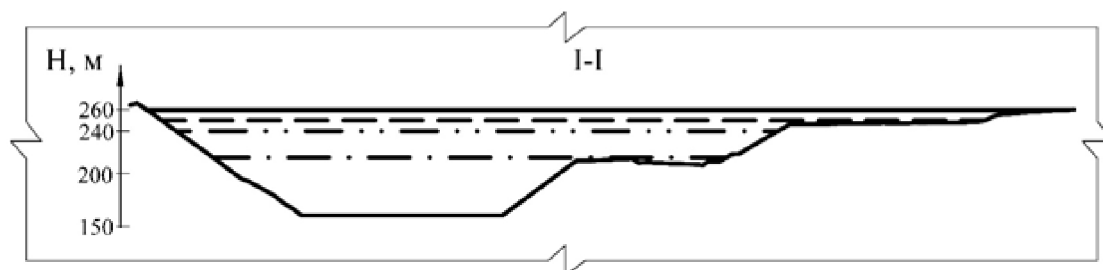


Рис. 3. Сечение по остаточной карьерной выработке для гидроотвала «Внутренний №3» с отметками  
 Fig. 3. Cross-section on residual career development for hydraulic dump "Internal number 3" with marks

Таблица 1. Основные параметры остаточной карьерной выработки в районе склада взрывчатых материалов при ее использовании в качестве гидроотвала «Внутренний №3» для переукладки пород из гидроотвала №2

Table 1. The main parameters of the residual open pit mine in the area of the warehouse of explosive materials when it is used as the "Internal No. 3" hydraulic dump for re-laying rocks from the hydraulic dump No. 2

Горизонт, отметка, м	Геометрический объем $V$ нарастающим итогом (при $K_b=1,0$ ), тыс. $m^3$	Вместимость $V_b$ нарастающим итогом (при $K_b=0,8$ ), тыс. $m^3$	Длина и ширина, Д x Ш, м	Площадь, тыс. $m^2$	Длина дамб обвалования, м
160-215	7830,6	6264,5	770,0x470,0	302,0	425
215-240	21142,8	16914,2	1270,0x580,0	668,9	150
240-250	30919,6	24735,7	1360,0x820,0	1100,5	180
250-260	40361,0	32288,8	1390,0x890,0	1122,0	880

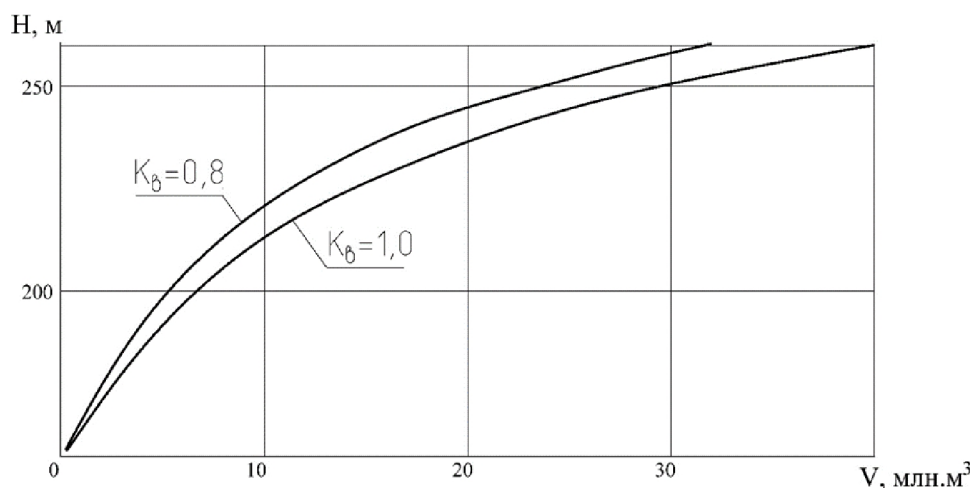


Рис. 4. Характеристика гидроотвала «Внутренний №3» в остаточной карьерной выработке в районе склада взрывчатых материалов  
 Fig. 4. The characteristics of the hydraulic dump "Internal number 3" in the residual quarry mining in the area of the explosives warehouse

осуществить рекультивацию окружающей территории, на которой расположены отвалы полускальных вскрышных пород путем нанесения на их поверхность потенциально плодородной гидросмеси [6-9]. При реализации третьего варианта значительно снизится также нагрузка на дамбу, разделяющую извлекаемую и оставляемую части

гидроотвала №2, что практически исключает возможность возникновения оползней или выпоров при ведении открытых горных работ по выемке вскрышных пород и добыче полезного ископаемого на площади, освобожденной от пород гидроотвала №3.

В результате расчета вместимости остаточной



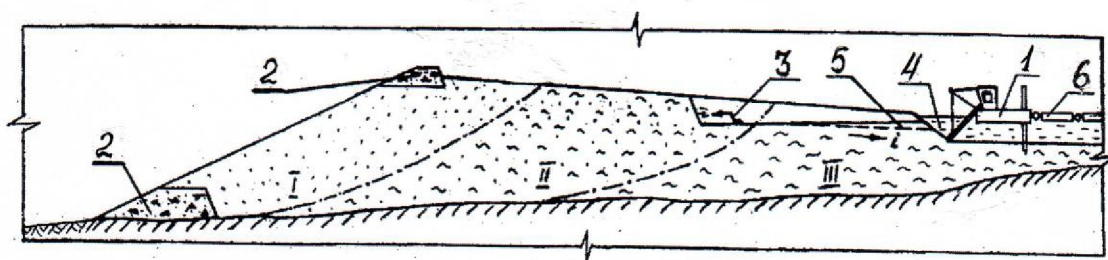


Рис. 5. Схема совместной работы земснаряда и гидромонитора с организацией двухступенчатой системы повышения концентрации твердого в гидросмеси

Fig. 5. Scheme of the joint operation of the dredger and the jetting machine with the organization of a two-stage system for increasing the concentration of solid in the slurry

карьерной выработки в районе склада взрывчатых материалов (рис.2) (гидроотвал «Внутренний №3»), установлены: ее геометрический объем; вместимость при  $K_v = 0,8$ ; длина (Д) и ширина (Ш); площадь поверхности; протяженность (длина) дамб обвалования, необходимых для создания замкнутого контура. Результаты расчетов представлены в табл. 1.

На основе полученных данных построена графическая характеристика гидроотвала «Внутренний №3» (рис. 4), которая позволит определять отметку выпуска гидросмеси в различные периоды его эксплуатации.

Параметры длина и ширина нового гидроотвала необходимы для проверки возможности осветления гидросмеси при ее намыве в гидроотвал. В ходе инженерных оценок произведен расчет этих параметров для условий разреза «Черниговец» [5]. Протяженность пути осветления гидросмеси в остаточной горной выработке, куда намывается гидросмесь пород из гидроотвала №2, должна составлять не менее 700 м, при этом твердые частицы размером 0-0,005 мм полностью будут оседать на дно в потоке гидросмеси до места забора осветленной оборотной воды. Параметры гидроотвала «Внутренний №3» (см. табл. 1) определяют необходимость специальной организации намыва гидросмеси на начальном этапе заполнения таким образом, чтобы место выпуска пульпы и место расположения насосной станции располагались на требуемом расстоянии – 700 м. На всех других этапах заполнения гидроотвала «Внутренний №3» проблем с осветлением воды не будет.

В процессе намыва пород в гидроотвал «Внутренний №3» следует учитывать возможность проведения рекультивации бульдозерного отвала коренных пород, расположенного вокруг гидроотвала «Внутренний №3», путем намыва на их поверхность гидросмеси потенциально плодородных четвертичных пород из гидроотвала №2.

Выполненные расчеты показали, что приемная способность гидроотвала «Внутренний №3» (см. табл. 1) позволит полностью разместить весь объем пород, переукладываемых из гидроотвала №2, а его

расположение дает основание принять этот вариант в качестве основного при технико-экономическом сопоставлении с предыдущими вариантами.

Сибирский Институт Горного Дела (СИГД) продолжил работу ряда проектных организаций и специалистов и в конце 2018 г. завершил разработку рекомендаций по обоснованию эффективной и безопасной технологии разработки пород гидроотвала №2 разреза «Черниговец» по перемещению намывных там пород на новое место укладки – в гидроотвал «Внутренний №3».

В ходе выполнения этой работы на основании анализа опыта применения различных технологических схем гидромеханизации [2, 10-12] был обоснован новый способ ведения гидромеханизированных горных работ и состав комплекса оборудования [13]. Эффективность и безопасность перемещения пород обеспечивается при этом за счет применения средств гидромеханизации, с помощью которых были разработаны и намывы породы переукладываемого гидроотвала, причем четко определены как место, так и время работы различных технических средств гидрокомплекса при ведении работ в различных зонах гидроотвала. На первом этапе горных работ (1÷2 года) вводятся в эксплуатацию землесосный снаряд (з/с) 400-70. Главная его задача – удаление неконсолидированных глинистых пород и излишков воды (снижение уровня воды) из гидроотвала и подготовка участка для ввода в эксплуатацию инновационной технологии совместной разработки пород в гидроотвале одновременно гидромонитором и земснарядом, что позволяет обеспечить безопасность и эффективность ведения горных работ. Суммарный объем разрабатываемых на этом этапе пород гидроотвала составляет 2146 тыс. м<sup>3</sup>.

На втором этапе (3-5 годы) разработка пород гидроотвала №2 осуществляется по инновационной технологии, включающей совместную разработку части пород гидромонитором и земснарядом, а также гидромониторно-землесосной установкой (4000-71).

Таблица 2. Перечень основного оборудования гидромеханизации для переукладки пород из гидроотвала №2

Table 2. The list of the main equipment of hydromechanization for re-laying of rocks from the hydraulic dump No. 2

№ п/п	Наименование оборудования	Количество оборудования			Примечание
		в работе	резерв	всего	
1	Землесосный снаряд 400-70	1	-	-	агрегат (с эл.дв.)
2	Перекачивающая землесосная станция Гр4000-71	1	1	2	агрегат (с эл.дв.)
3	Забойная з/у Гр4000-71	1	1	2	агрегат (с эл.дв.)
4	Перекачивающая землесосная станция №1 Гр4000-71	1	1	2	агрегат (с эл.дв.)
5	Насос на гидроотвале Д4000-95	1	1	2	агрегат (с эл.дв.)
6	Насос з/у ЦН3000-197	1	1	2	агрегат (с эл.дв.)
7	Насос подпитки Д4000-95	1	-	1	агрегат (с эл.дв.)
8	Пульповод з/с трубы Ду700	3100x1,1=3410 м	-	3410 м	стальные электросварные
9	Пульповод з/у трубы Ду700	3100x1,1=3410 м	-	3410 м	стальные электросварные
10	Водовод з/с трубы Ду700	3950 x1,1=5345 м	-	5345 м	стальные электросварные
11	Водовод з/у трубы Ду700	3600 x1,1=3960 м		3960 м	стальные электросварные
12	Водовод подпитки трубы Ду700	*)			стальные электросварные
13	Плавучий пульповод Ду700	300 м		300 м	стальные электросварные

\*) – формируется из труб Ду700 водовода з/с

Схема совместной работы земснаряда и гидромонитора с организацией двухступенчатой системы повышения концентрации твердого в гидро-смеси приведена на рис. 5.

Согласно схеме, на первом этапе работ производят разработку пород третьей зоны III гидроотвала обводненных неконсолидированных глинистых пород земснарядом 1 (см. рис. 5). Для этого осуществляют строительство котлована, который заполняют водой и в него спускают землесосный снаряд, один или несколько в зависимости от требуемой производительности. Разработка обводненных неконсолидированных глинистых пород гидроотвала в третьей зоне землесосным снарядом обеспечивает необходимую безопасность ведения горных работ [14, 15]. При этом опережающий ввод землесосных снарядов в эксплуатацию для отработки пород третьей зоны гидроотвала позволяет произвести дренаж пород второй зоны гидроотвала и ускоренно ввести в работу в этой зоне гидромонитор 3.

Размыв пород второй зоны гидромонитором 3 (см. рис. 5) начинается после того, как в третьей зоне гидроотвала выработанное пространство 4 позволит обеспечить самотечный гидротранспорт пульпы из гидромониторного забоя. В этом случае гидросмесь по пульповодной канаве 5 с уклоном  $i$  перемещается в выработанное пространство 4, откуда ее забирают землесосным снарядом 1 и транспортируют к месту складирования сначала по

плавучему пульповоду 6, а затем по магистральному пульповоду в новый гидроотвал. Такая последовательность и сочетание гидромеханизированных технологий исключает возможность возникновения аварии и выхода из строя гидротранспортного оборудования при оползнях или выпорах, которые образуются в результате размыва гидромониторами неконсолидированной части пород гидроотвала. Функцию землесоса по транспортированию пульпы из гидромониторного забоя по этой технологии выполняет землесосный снаряд 1. Это ограничивает производительность гидромониторного размыва (гидромонитора) 3 по твердому для соблюдения условия баланса задействованных технологий и достижения устойчивой, наиболее эффективной и безаварийной работы комплекса. Кроме того, предлагаемая совместная разработка пород земснарядом и гидромониторным размывом исключает необходимость системы возврата воды в забой земснаряда, как это бывает при традиционном способе их применения.

За три года суммарный объем пород, разрабатываемых в гидроотвале №2 на втором этапе, составит 9969 тыс. м<sup>3</sup>, в т.ч. по инновационной технологии гидромониторно-земснарядным комплексом – 4581 тыс. м<sup>3</sup> и гидромониторно-землесосной установкой – 5388 тыс. м<sup>3</sup>.

На заключительном третьем этапе (6-8 годы) разработка пород осуществляется гидромониторно-землесосной установкой (4000-71) и

Таблица 3. Календарный график работ по гидромеханизированной переукладке пород из гидротовала №2 разреза АО «Черниговец»  
Table 3. The calendar schedule of works on hydro-mechanized re-laying of rocks from the hydraulic dump No. 2 of the open-pit mine of Chernigovets JSC

Наименование работы	1-й этап		2-й этап			3-й этап		
	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год	6-й год	7-й год	8-й год
Разработка пород земснарядом 400-70, тыс. м <sup>3</sup>	746 2-я гр. пород; 3,5 мес.	1400 2-я гр. пород; 6,0 мес.				972 3-я гр. пород; 6,0 мес.	790 4-я гр. пород; 6,0 мес.	741 4-я гр. пород; 5,6 мес.
Разработка пород гидромонитором и земснарядом 400-70, тыс. м <sup>3</sup>			1644 1-я гр. пород; 6,0 мес.	1644 1-я гр. пород; 6,0 мес.	1293, в т. ч. 1-я гр. пор. 843 (3,0 мес.); 3-я гр. пор. 375; 4-я гр. пор. 75 6,0 мес.			
Разработка пород гидромониторно- землесосной установкой (4000-71), тыс. м <sup>3</sup>			1348 2-я гр. пород; 4,0 мес.	2020 2-я гр. пород; 6,0 мес.	2020 2-я гр. пород; 6,0 мес.	1898, в т. ч. 2-я гр. пород 1138 (3,4 мес.); 3-я гр. пор. 760 (2,6 мес.); 6,0 мес.	1752 3-я гр. пород; 6,0 мес.	1049 3-я гр. пород; 3,6 мес.
Разработка пород, тыс. м <sup>3</sup>	746	1400	2992	3664	3313	2870	2542	1790
Итого нарастающим объемом, тыс. м <sup>3</sup>	746	2146	5138	8802	12115	14985	17527	19317



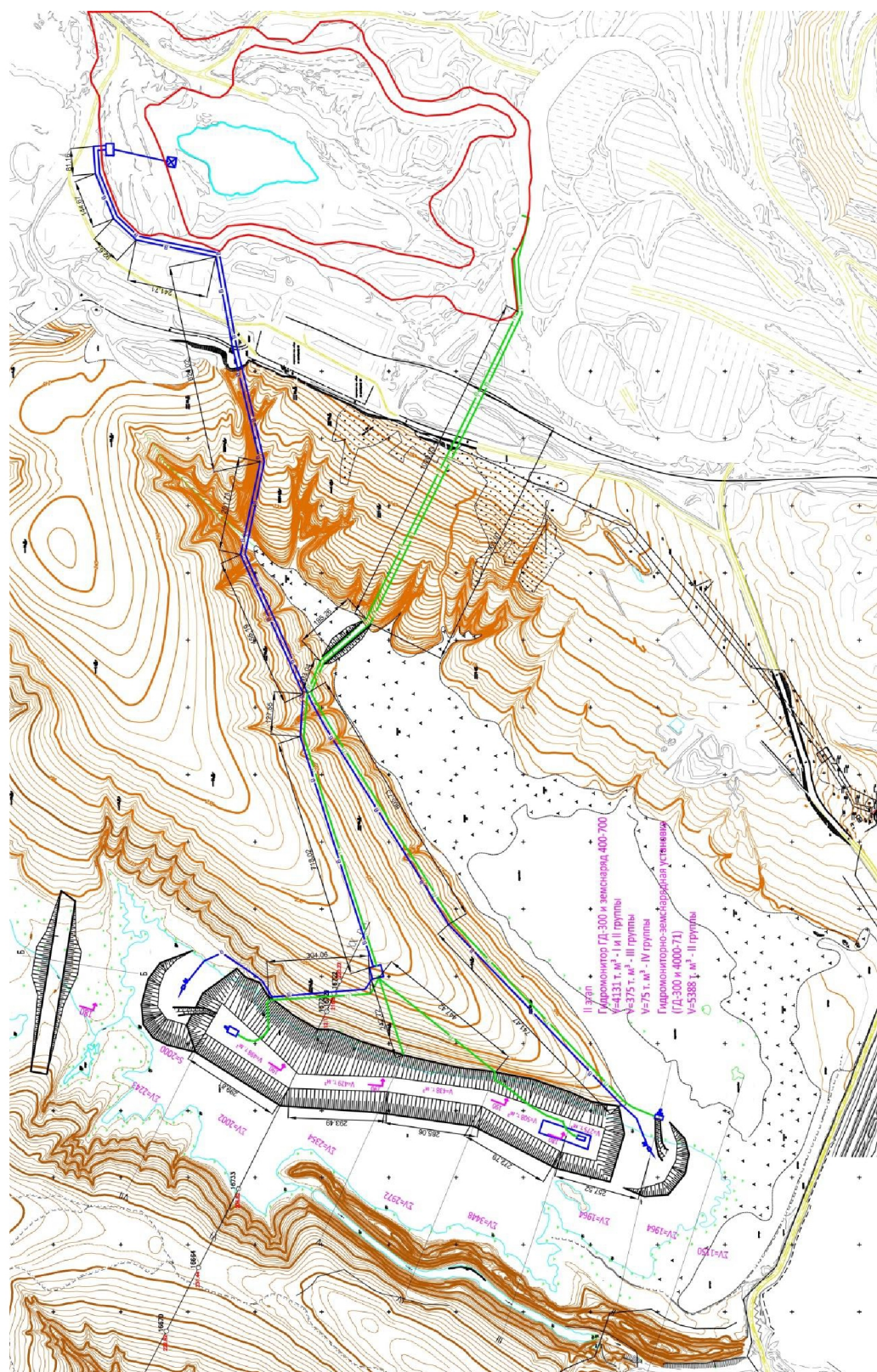


Рис. 6. План горных работ на период ввода в эксплуатацию гидромониторно-земснарядного и гидромониторно-землесосного комплексов для разработки пород, намывных ранее в гидротвал №2 разреза «Черниговцев», и перемещения их на новое место укладки  
 Fig. 6. Plan of mining operations for the period of commissioning of the hydraulic-dredger and hydraulic-suction-suction complexes for the development of rocks, previously washed in the hydraulic dump No. 2 of the "Chernigovets" section, and moving them to a new location

Таблица 4. Объем пород и группы грунта, разрабатываемые гидрокомплексом при переукладке пород из гидроотвала №2

Table 4. The volume of rocks and soil groups developed by the hydrocomplex when re-laying rocks from the hydraulic dump No. 2

№ п/п	Технология работ	Группа грунта	Объем разрабатываемых пород, тыс. м <sup>3</sup>			
			1-й этап	2-й этап	3-й этап	всего
1.	Разработка пород земснарядом 400-70	2	2146			2146
		3			972	972
		4			1531	1531
						Σ 4649
2.	Разработка пород гидромонитором и земснарядом 400-70	1 2		4131		4131
		3		375		375
		4		75		75
						Σ 4581
3.	Разработка пород гидромониторно-землесосной установкой (4000-71)	2		5388	1138	6526
		3			3561	3561
						Σ 10087
	Итого:					Σ 19317

Таблица 5. Объемы инвестиций и удельных эксплуатационных затрат

Table 5. Volumes of investments and unit operating costs

№ п/п	Наименование затрат	Объем работ, тыс. м <sup>3</sup>	Стоимость единицы в ценах 2001г., руб./м <sup>3</sup>	Величина затрат в ценах 2018г., тыс. руб.
1.	<b>Инвестиции:</b>			
1.1	Приобретение оборудования, тыс.м <sup>3</sup>	19317	-	217118,58
1.2	Горно-строительные работы, тыс. м <sup>3</sup>	19317	-	961,48
	<b>Итого:</b>			218080,06
2.	<b>Эксплуатационные затраты:</b>			
2.1	Разработка пород земснарядом, тыс.м <sup>3</sup>	4649	19,29	174,19
2.2	Разработка пород земснарядом и гидромониторным размывом, тыс.м <sup>3</sup>	4581	15,77	142,40
2.3	Разработка пород гидромониторно-землесосной установкой, тыс.м <sup>3</sup>	10087	11,11	100,29
2.4	Укладка трубопроводов, п. м.	16125	1,41	7,14

земснарядом. Суммарный объем разрабатываемых на этом этапе пород гидроотвала №2 составляет 7202 тыс. м<sup>3</sup>, в т.ч. земснарядом – 2503 тыс. м<sup>3</sup> и гидромониторно-землесосной установкой – 4699 тыс. м<sup>3</sup>.

Перечень основного оборудования гидромеханизации для переукладки пород гидроотвала №2 разреза «Черниговец» представлен в табл.2.

Приведенный в табл. 2 состав оборудования гидрокомплекса позволяет обеспечить переукладку пород гидроотвала №2 разреза «Черниговец» в новый гидроотвал №3 «Внутренний» менее чем за 8 лет (7 календарных лет и три квартала 8-го года). Календарный график работ представлен в табл. 3.

Объем пород, разрабатываемых гидромонитором и земснарядом 400-70 по инновационной технологии, составляет 4581 тыс. м<sup>3</sup> [16].

План горных работ на период ввода в эксплуатацию гидромониторно-земснарядного и

гидромониторно-землесосного комплексов для разработки пород, намытых ранее в гидроотвал №2 разреза «Черниговец», и перемещения их на новое место укладки в карьерную выемку (гидроотвал №3) приведен на рис. 6.

Величина удельных эксплуатационных затрат на разработку пород гидроотвала №2 разреза «Черниговец» определяется прежде всего соотношением объемов и категорий разрабатываемых пород, а также затратами на приобретение и эксплуатацию технических средств, которые приняты для их отработки. Группы грунта и их объемы приведены в табл. 4.

В соответствии с перечнем основного оборудования гидромеханизации для переукладки пород гидроотвала №2 разреза «Черниговец» (см. табл. 2) и уровнем цен на конец 2018г. определены затраты на приобретение основного оборудования гидрокомплекса, на горно-строительные работы, которые приведены в табл. 5.



При разработке пород земснарядами и гидро-мониторно-землесосными комплексами затраты на их разработку определяют согласно сборникам сметных нормативов РФ [16].

Расчет удельных эксплуатационных затрат на разработку пород гидроотвала №2 разреза «Черниговец» и их перемещение на новое место произведен путем формирования локальных смет по Федеральным единичным расценкам для трех принятых гидромеханизированных комплексов:

- разработка и транспортировка пород с применением земснаряда 400-70;
- разработка и транспортировка пород с применением гидромонитора и земснаряда 400-70;
- разработка и транспортировка пород с применением гидромониторно-землесосной установки (4000-71).

Результаты расчета эксплуатационных затрат для принятых гидромеханизированных комплексов представлены в табл. 5. Предлагаемый вариант технологии разработки и перемещения пород гидроотвала №2 АО «Черниговец» в гидроотвал №3 «Внутренний» средствами гидромеханизации обеспечивает следующие технико-экономические показатели в ценах 2018 года:

1. Общий объем переукладываемых пород – 19317 тыс. м<sup>3</sup>
2. Объем инвестиций – 218080,06 тыс. руб.
3. Удельный объем инвестиций – 11,29 руб./м<sup>3</sup>
4. Удельные эксплуатационные затраты на разработку пород:
  - земснарядом 400-70 – 174,19 руб./м<sup>3</sup>;
  - гидромонитором и земснарядом 400-70 – 142,40 руб./м<sup>3</sup>;
  - гидромониторно-землесосной установкой (4000-71) – 100,29 руб./м<sup>3</sup>.
5. Усредненные удельные эксплуатационные

затраты на разработку 1 м<sup>3</sup> пород – 127,60 руб./м<sup>3</sup>.

Выводы.

Таким образом, предложенные авторами гидромеханизированная технология разработки разных типов грунтов, намывных ранее в гидроотвал, последовательность ввода в отработку разных зон гидроотвала и рациональное сочетание различных видов оборудования на разных этапах разработки исключают возможность возникновения аварий и выхода из строя оборудования при оползнях или выпорах, которые образуются при применении гидромониторно-землесосных комплексов для разработки неконсолидированной части пород гидроотвала. При этом с целью обеспечения безопасной разработки обводненных глинистых пород вместо обычно применяемых в аналогичных условиях землесосных снарядов предложено использовать инновационную технологию совместной разработки пород гидроотвала земснарядом и гидромонитором. Дополнительным положительным фактором предлагаемой технологии является одновременное решение экологических задач по рекультивации земель, нарушенных открытыми горными работами и отвалами вскрышных пород путем намыва на их поверхности гидросмеси потенциально плодородной пульпы [6-9, 17-18].

Как показали проведенные расчеты технико-экономических показателей (см. табл. 5), удельные эксплуатационные затраты на разработку пород совместно гидромонитором и земснарядом на 31,48 руб. меньше, чем при их разработке земснарядом. Учитывая, что по предлагаемой технологии предлагается отрабатывать в гидроотвале №2 разреза АО «Черниговец» 4581 тыс. м<sup>3</sup> наиболее сложных для отработки пород, экономическая эффективность составит 145,63 млн руб. в ценах 2018г.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мироненко, И.А. Проблемы переукладки гидроотвалов четвертичных вскрышных пород / И.А. Мироненко, С.И. Протасов // VII Междунар. научно-практ. конф. «Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений» 10-11 апреля 2018: сб. докладов. – Екатеринбург: изд-во УГТУ, 2018 – С. 22–25.
2. Федосеев, А.И. Опыт отработки намывных четвертичных пород с площади бывшего гидроотвала №3 ОАО «Разрез Кедровский» / А.И. Федосеев, В.Р. Вегнер, С.И. Протасов, С.П. Бахаева // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М. : МГТУ. – 2004. – №3. – С. 268–273.
3. Бахаева, С.П. Исследование геомеханических процессов техногенных массивов / С.П. Бахаева, С.И. Протасов, Е.В. Костюков, А.И. Федосеев, С.В. Практика // Вестник КузГТУ. – 2005. – №3. – С.41–43.
4. Гальперин, А.М. Мониторинг и освоение техногенных массивов на горных предприятиях / А.М. Гальперин, Ю.И. Кутепов, В.С. Круподеров, О.Д. Семенов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М. : МГТУ. – 2011. – №2. – С. 7–18.
5. Мироненко, И.А. Обоснование места складирования пород при переукладке из гидроотвала №2 разреза «Черниговец» / И.А. Мироненко, А.В. Донич // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2018. Материалы XVII Междунар. научно-практ. конф., 22–23 ноября 2018 г. Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. ун-т им. Т.Ф. Горбачева. – Кемерово, 2018. – С. 113.1–113.9.



6. Лудзиш, В.С. Укладка наносов и коренных вскрышных пород в отвал / В.С. Лудзиш, Ю.В. Лесин, С.А. Прокопенко // Безопасность труда в промышленности. – Москва, 1986. – № 9. – С. 38–39.
7. Михальченко, В.В. Экологически чистые технологии – будущее открытой угледобычи в Кузбассе / В.В. Михальченко, С.А. Прокопенко // Уголь. – Москва, 1992. – №1 (790). – С. 11–14.
8. Мельник, В.В. Прогрессивные технологические решения по комплексному освоению ресурсного потенциала угольных месторождений [Текст]: монография/ В.В. Мельник, В.Н. Павлыш, С.С. Гребенкин, Т.В. Корчагина и др.; под общ. ред. В.В. Мельника, В.Н. Павлыша. – Донецк: «ВИК», 2015. – 340 с.
9. Kachurin, N.M. Scientific and practical results of monitoring of anthropogenic influence on mining-industrial territories environment / N. M. Kachurin, S. A.Vorobev, T. V. Korchagina, R. V. Sidorov // Eurasian Mining, 2014. – №2.– p. 44–48.
10. Деревяшкин, И.В. Состояние и перспективы гидромеханизации открытых горных работ / И.В. Деревяшкин, В.В. Чаплыгин, О.Н. Исаев // Маркшейдерия и недропользование. – Москва, 2016. – № 3(83). – С. 6–10.
11. Деревяшкин, И.В. Земснаряды на карьерах, их возможности и перспективы / И.В. Деревяшкин, В.В. Чаплыгин, О.Н. Исаев // Маркшейдерия и недропользование. – Москва, 2016. – №4 (84). – С. 39–43.
12. Протасов, С.И. Повышение эффективности работы гидромониторно-землесосного комплекса разреза путем согласования режимов работы его основных систем: учеб. пособие / С.И. Протасов, Е.А. Кононенко, П.А. Самусев, Ю.И. Литвин. – Кемерово : КузГТУ. – 2015. – 155 с.
13. Патент РФ на изобретение №2661950. Способ переукладки гидроотвала / В.С. Федотенко, С.И. Протасов, И.А. Мироненко, А.Е. Кононенко. - МПК<sup>6</sup> E21C 41/26. – 2017111157; Заявлено 03.04.17; Опубл. 23.07.18; БИ № 21. – 2 с.
14. Нурок, Г.А. Процессы и технология гидромеханизации открытых горных работ. – М.: Недра, 1979. – 549 с.
15. Ялтанец, И.М. Технология и комплексная механизация открытых горных работ. Часть 1-3. Гидромеханизированные и подводные горные работы: Учебник для вузов. Кн. 1: Разработка пород гидромониторами и землесосными снарядами. – М.: Мир горной книги, 2009. – 546 с.
16. Федеральные единичные расценки на строительные работы ФЕР 81-02-01-2001. Сборник 1. Земляные работы (Приложения 1.3 и 1.4, Примечания п. 2-5) / Минстрой России. – М., 2017.
17. Klapperich, H. Prediction, Prevention and Protection against the risk related to granular flows-explosions for ground improvement / H. Klapperich, N. Tamaskovics // Proceedings «Landslides-Causes, Impacts and Countermeasures» Conference. Davos United Engineering Foundation, New York, Verlag Gluckauf. – Essen, 2001.
18. Klapperich, H. Rehabilitation of industrial sites-innovative concepts for geotechnical and engineering geological approaches / H. Klapperich, R. Azzarn // CD-ROM GeoEng 2000. – Melbourne, Australien, 2000.

## REFERENCES

1. Mironenko, I.A. The problems of re-laying of dumps of quaternary overburden rocks / I.A.Mironenko, S.I. Protasov // VII Intern. Scientific and practical conf. “Innovative geotechnologies in the development of ore and non-metallic mines” April 10-11, 2018: Coll. reports. – Yekaterinburg: publishing house of the USMU, 2018. – pp. 22–25.
2. Fedoseev, A.I. Experience in working out Experience in the development of alluvial Quaternary rocks from the area of the former hydro dump No. 3 of OAO Kedrovsky Razrez / A.I. Fedoseev, V.R. Wegner, S.I. Protasov, S.P. Bakhaeva // Mining information and analytical bulletin. – M.: MGGU. – 2004. – №3. – pp. 268–273.
3. Bakhaeva, S. P. Study of geomechanical processes of technogenic massifs / S. P. Bahaeva, S. I. Protasov, E. V. Kostyukov, A. I. Fedoseev, S. V. Praktika // Bulletin KuzGTU. – 2005. – №3. – P.41-43.
4. Halperin, A.M. Monitoring and development of technogenic massifs at mining enterprises / A. M. Halperin, Yu.I. Kutepov, B. C. Krupoderov, O. D. Semenov // Mining informative-analytical bulletin. – M.: MGGU. – 2011. – №2. – pp. 7–18.
5. Mironenko, I.A. Rationale of the place of storage of rocks during the re-laying of the hydraulic dump No. 2 of the “Chernigovets” open-pit mine / I.A. Mironenko, A.V. Donich // Natural and intellectual resources of Siberia. Sibresurs 2018. Materials XVII Intern. scientific and practical Conf., November 22–23, 2018. Kemerovo [Electronic resource] / FSBEI of HE "Kuzbas. state un-t them. T.F. Gorbachev. – Kemerovo, 2018. – pp. 113.1–113.9.
6. Ludzish, V.S. Laying sediment and bedrock in the dump / V.S. Ludzish, Yu.V. Lesin, S.A. Prokopenko //

Safety in Industry. – Moscow, 1986. – № 9. – pp. 38–39.

7. Mikhilchenko, V.V. Environmentally friendly technologies - the future of open-pit mining in Kuzbass / V.V. Mikhilchenko, S.A. Prokopenko // Coal. – Moscow, 1992. – №1 (790). – pp. 11–14.

8. ...

9. Kachurin, N.M. Scientific and practical results of monitoring of anthropogenic influence on mining-industrial territories environment / N.M. Kachurin, S.A. Vorobev, T.V. Korchagina, R.V. Sidorov // Eurasian Mining, 2014. – №2. – pp. 44–48.

10. Derevyashkin, I.V. State and prospects of hydromechanization of open-cast mining / I.V. Derevyashkin, V.V. Chaplygin, O.N. Isaev // Mine surveying and subsoil use. – Moscow, 2016. – № 3 (83). – pp. 6–10.

11. Derevyashkin, I.V. Dredgers in quarries, their capabilities and prospects / I.V. Derevyashkin, V.V. Chaplygin, O.N. Isaev // Mine surveying and subsoil use. – Moscow, 2016. – №4 (84). – pp. 39–43.

12. Protasov, S. I. Increasing the efficiency of the operation of the jetting and suction complex of the mine by coordinating the modes of operation of its main systems: textbook. manual / S.I. Protasov, E. A. Kononenko, P. A. Samusev, Yu. I. Litvin. – Kemerovo: KuzGTU. – 2015. – p. 155.

13. RF patent for the invention №2661950. The method of re-laying the hydraulic dump / V. S. Fedotenko, S. I. Protasov, I. A. Mironenko, A. E. Kononenko. – MPK6 E21S 41/26. – 2017111157; Stated 04/03/17; Publ. 07.23.18; BI number 21. – p. 2.

14. Nurok, G. A. Processes and technology of hydromechanization of open pit mining. – M.: Nedra, 1979. – p. 549.

15. Yaltanets, I.M. Technology and complex mechanization of open pit mining. Part 1-3. Hydromechanized and underwater mining: A textbook for high schools. Prince 1: Development of rocks by hydromonitors and suction dredgers. – M.: World of the mountain book, 2009. – p. 546.

16. Federal unit prices for construction work of FER 81-02-01-2001. Collection 1. Earthworks (Appendices 1.3 and 1.4, Notes p. 2-5) / Ministry of Construction of Russia. – M., 2017.

17. Klapperich, H. Klapperich, N. Tamaskovics // Proceedings "Landslides-Causes, Impacts and Countermeasures" Conference. Davos United Engineering Foundation, New York, Verlag Gluckauf. – Essen, 2001.

18. Klapperich, H. Rehabilitation of industrial sites / innovative concepts for geotechnical and engineering geological approaches / H. Klapperich, R. Azzam // CD-ROM GeoEng 2000. – Melbourne, Australien, 2000.

Поступило в редакцию 22.06.2019

Received 22 June 2019