



УДК 622.271.64

## **ВЛИЯНИЕ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПАРАМЕТРЫ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕУКЛАДКИ ПОРОД ГИДРООТВАЛОВ ПРИ СОВМЕСТНОЙ ИХ РАЗРАБОТКЕ ГИДРОМОНИТОРНЫМ РАЗМЫВОМ И ЗЕМСНАРЯДОМ**

**Мироненко И.А.**

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

### **Аннотация.**

Доработка запасов угля на некоторых угольных карьерах Кузбасса требует переукладки пород, ранее намытых в гидроотвалы, которые находятся над запасами угля.

На основании анализа изменений физико-механических свойств намытых пород 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 соответствуют физико-механическим свойствам пород разрабатываемых зон гидроотвала, но и последовательностью их применения и сочетания.

Определено условие устойчивой работы гидрокомплекса, включающего земснаряд и гидромонитор, когда гидросмесь, поступающая от гидромонитора, и дополнительно разработанная земснарядом порода в виде гидросмеси, повышающая общую концентрацию пульпы, транспортируемой в новый гидроотвал, соответствуют возможности грунтового насоса, который установлен на земснаряде. Приведена его математическая запись в виде системы уравнений, решение которой позволяет установить параметры основных процессов.

Установлены зависимости изменения параметров технологии переукладки пород гидроотвалов при одновременном применении гидромониторного размыва и земснарядов от горнотехнических условий и физико-механических свойств намытых пород.

### **Информация о статье**

Принята 2 декабря 2020 г.

### **Ключевые слова:**

разработка пород гидроотвалов, совместная технология гидромониторного размыва и разработки пород землесосным снарядом, условие устойчивой работы гидрокомплекса, зависимости параметров технологии от горнотехнических условий

## **INFLUENCE OF MINING AND TECHNICAL CONDITIONS ON PARAMETERS OF HYDRODUMP ROCK RESPOILING TECHNOLOGY FOR JOINT MINING BY JETTING EROSION AND HYDRAULIC DREDGE**

**Ilya A. Mironenko**

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

### **Abstract.**

Refinement of coal reserves in some coal mines in Kuzbass requires re-laying of rocks previously washed in the hydro dumps, which are located above coal reserves.



### Article info

Received December 2, 2020

**Keywords:** development of hydro dump rocks, joint mining by jetting erosion and hydraulic dredge, the condition of stable operation of the hydraulic complex, dependence of technology parameters on mining and technical conditions

Based on the analysis of changes in the physical and mechanical properties of alluvial rock, a complex technology of respiling hydraulic waste dumps is proposed, which allowed us 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 hydro-mechanized technologies, each of which uses technical means that correspond to the physical and mechanical properties of rocks of the developed hydraulic dump zones but also the sequence of their application and combination.

The condition for the stable operation of the hydro complex is determined when the hydraulic mixture coming from the hydraulic monitor and the rock additionally developed by the dredger in the form of a slurry, which increases the total slurry concentration transported to the new hydraulic pit shaft, correspond to the capabilities of the ground pump installed on dredger. Its mathematical record is given in the form of a system of equations, the solution of which allows one to establish the parameters of the main processes.

### Введение

Наличие мощных четвертичных отложений над запасами угля привело в 50-е – 80-е годы прошлого столетия к тому, что на целом ряде угольных карьеров Кузбасса их отработка успешно вели с использованием гидромониторно-землесосных комплексов с размещением пульпы на внешних гидроотвалах. Через несколько десятилетий эти гидроотвалы оказались над запасами угля, подлежащими очередному этапу отработки месторождения, в результате потребовалось решение вопроса переукладки пород, уложенных ранее в эти гидроотвалы, в новые емкости.

Так как в гидроотвалах размещены четвертичные вскрышные породы, отработанные ранее на верхних горизонтах карьера средствами гидромеханизации, их отработка с использованием классической «сухой» технологии практически невозможна, поэтому физико-механические свойства намывных пород определяют перспективу их переукладки путем повторного применения средств гидромеханизации.

### История вопроса

Впервые в Кузбассе эта проблема возникла на разрезе «Кедровский», который получил ценный производственный опыт по гидромеханизированной разработке и перемещению на новое место пород, ранее намывных в гидроотвал № 3, расположенный над запасами ценных каменных углей. Однако в процессе гидромониторной разработки ядерной неконсолидированной зоны гидроотвала там неоднократно происходили оползневые явления, которые приводили к аварийным ситуациям и выходу из строя оборудования [1].

Очередным примером для решения подобной задачи является гидроотвал №2 разреза АО «Черниговец», расположенный над промышленными запасами угля в объеме 14 млн т, для добычи которого требуется переуложить в новую емкость порядка 20 млн м<sup>3</sup> пород, находящихся большей частью в неконсолидированном состоянии.

Весьма вероятно, что при проектировании открытой угледобычи на участке Иганинский-2 филиала АО «УК «Кузбассразрезуголь» «Моховский угольный разрез» также возникнет необходимость переукладки гидроотвала на реке Еловка мощностью до 30 м, который находится на поле лицензионного участка. Аналогичные задачи возникнут в ближайшие годы и на других разрезах Кузбасса и Сибири.

### Выбор направления исследований

Анализ результатов научных исследований формирования гидроотвалов, состава и физико-механических свойств намывных горных пород позволил установить свойства пород в массиве гидроотвала, которые изменяются в результате сегрегации частиц из потока гидросмеси по мере его протекания по поверхности пляжа [2-4]. В результате происходит характерная смена зон песчано-супесчаных, суглинистых и глинистых пород в массиве гидроотвала [5-7].



Принятая в ходе диссертационных исследований научная основа позволила определить главные принципы выбора вариантов технических решений по разработке и перемещению пород гидроотвала на новое место. Ими являются безопасность ведения горных работ и эффективность, которая определяется величиной затрат на разработку, перемещение и укладку пород из гидроотвала на новое место.

Критерием безопасности, который определяет условия безаварийного функционирования технических средств переукладки намытых в гидроотвал пород и сам выбор оборудования, являются физико-механические свойства намытого массива. Фракционный состав уложенных пород изменяется в результате сегрегации частиц при намыве из потока гидросмеси при её протекании по поверхности пляжа гидроотвала. Это определяет несущую способность основания (поверхности гидроотвала) и характерную смену состава и физико-механических свойств горных пород в намытом массиве.

Анализ результатов этих исследований позволил сформировать методологический подход к выбору вариантов технических решений по гидромеханизированной разработке пород, уложенных ранее в гидроотвал, и перемещению их в новую емкость. С учетом критериев безопасности и эффективности ведения горных работ предложены гидромеханизированные технологии по переукладке пород гидроотвалов, каждая из которых применяет технические средства, которые наиболее соответствуют физико-механическим свойствам пород разрабатываемых пород во всех трех зонах гидроотвала, что рассмотрено в предыдущих публикациях [8-13]. Исследованию рациональной последовательности их применения и сочетания посвящена настоящая статья.

#### **Результаты очередного этапа исследований и обсуждение**

Установленные зависимости изменения величины несущей способности основания трех основных зон гидроотвала и удельного расхода воды на разработку пород позволяют утверждать, что существует еще одна характерная зона, в которой, несущая способность поверхности гидроотвала еще не позволяет эффективно применить гидромониторно-землесосный комплекс, при этом прочностные свойства пород потребуют значительного увеличения удельного расхода воды при их разработке землесосными снарядами (не менее 11 вместо 6,5 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>), что резко снижает эффективность их переукладки (рис. 1).

Для отработки пород этой характерной зоны (которую можно назвать четвертой зоной) гидроотвала рекомендуется применять новый способ разработки пород гидроотвала, основанный на одновременном гидромониторном размыве пород и их разработки землесосным снарядом [8]. При этом на первом этапе работ землесосным снарядом производят разработку пород третьей зоны гидроотвала, состоящей из обводненных неконсолидированных глинистых пород [11]. Для этого осуществляют строительство котлована, который заполняют водой и в него спускают землесосный снаряд, один или несколько, в зависимости от требуемой производительности. Разработка земснарядом зоны обводненных неконсолидированных глинистых пород гидроотвала обеспечивает необходимую безопасность ведения горных работ. Причем опережающий ввод в работу землесосных снарядов для отработки пород третьей зоны гидроотвала, позволяет произвести дренаж пород на поверхности гидроотвала и ускоренно ввести в работу гидромонитор.

Размыв пород второй зоны гидромонитором начинается после того, как в третьей зоне гидроотвала выработанное пространство позволит обеспечить самотечный гидротранспорт пульпы из гидромониторного забоя. В этом случае гидросмесь по пульповодной канаве перемещается в выработанное пространство, откуда ее забирают землесосным снарядом и транспортируют по пульпопроводу к месту складирования 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. Это ограничивает производительность гидромониторного размыва (гидромонитора) 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.

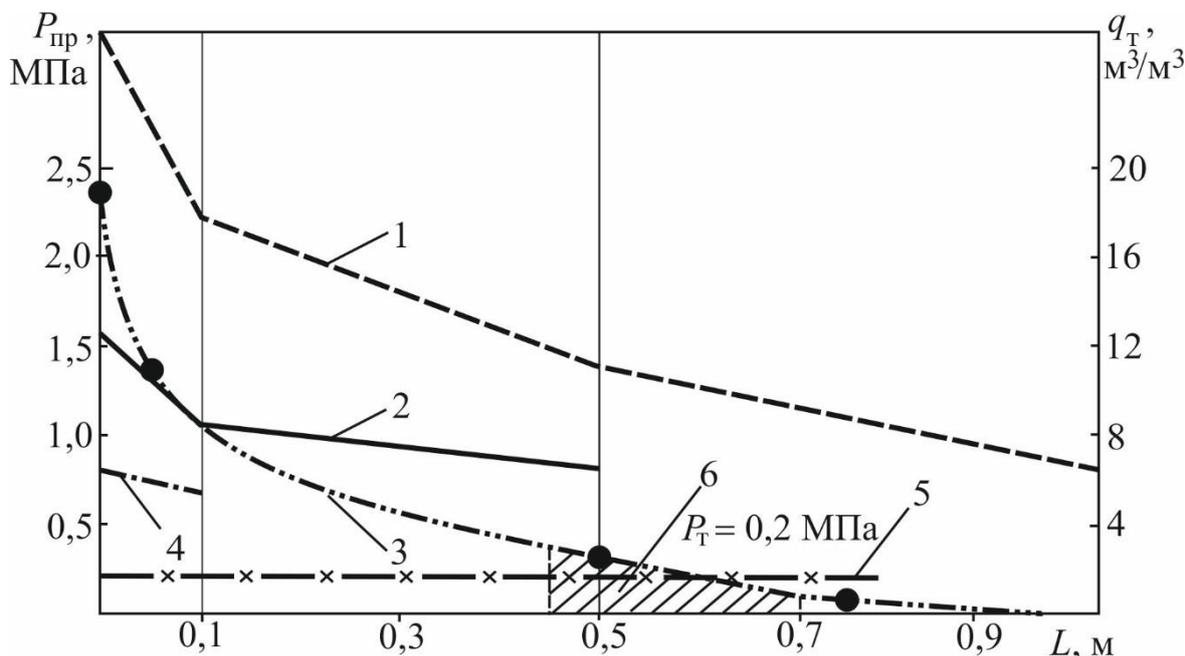


Рис. 1. Графическая зависимость изменения величины несущей способности поверхности трех зон гидроотвала и удельного расхода воды при их разработке: 1 – земснарядом, 2 – гидромониторно-землесосным комплексом, гидромониторно-земснарядным комплексом; 3 – график зависимости изменения величины предельного критического значения несущей способности поверхности гидроотвала с учетом физико-механических свойств пород в разных зонах; 4 – гидромониторно-землесосным комплексом с экскаваторным рыхлением; 5 – несущая поверхность гидроотвала, достаточная для обеспечения безопасной работы бульдозерного и транспортного оборудования для обслуживания участка гидромеханизации; 6 – зона гидроотвала для одновременного применения гидромониторного размыва и земснаряда

Условие устойчивой работы при реализации нового способа гидромеханизации при совместной работе гидромонитора и земснаряда – баланс параметров оборудования, достигается в том случае, когда гидросмесь, поступающая от гидромонитора, и дополнительно разработанная земснарядом порода в виде гидросмеси, повышающей общую концентрацию пульпы, транспортируемой в новый гидроотвал, соответствуют возможности грунтового насоса (землесоса), который установлен на земснаряде. Дано его математическое описание в виде системы уравнений взаимозависимых параметров – физико-механических свойств разрабатываемых пород (группы пород), нормативных удельных расходов воды при работе земснаряда и гидромониторном размыве, а также от производительности гидромонитора и земснаряда по гидросмеси и по породе [8]:

$$\begin{cases} Q_{ТГ} \cdot (1 - m + q_T) + Q_{ТЗ} \cdot (1 - m + q_3) = Q_{Г\Sigma}; \\ Q_{ТЗ} \cdot q_3 = Q_{ТГ} \cdot (1 - m + q_T), \end{cases} \quad (1)$$

где  $Q_{ТГ}$  – производительность гидромонитора по породе, м³/ч;  $Q_{ТЗ}$  – производительность земснаряда по породе, м³/ч;  $Q_{Г\Sigma}$  – производительность грунтового насоса земснаряда по гидросмеси, м³/ч;  $q_3$  – удельный расход воды при разработке пород земснарядом, м³/м³;  $q_T$  – удельный расход воды при гидромониторном размыве, м³/м³;  $m$  – пористость разрабатываемой породы.



Учитывая небольшое различие величины пористости пород суглинистой и глинистой зон гидроотвала, в целях упрощения вывода формул для расчетов параметров исследуемой технологии, принято допущение о равенстве их значений.

Исследование влияния горнотехнических условий на параметры технологии позволили установить, что при совместной разработке пород земснарядами и гидромониторным размывом, повышение эффективности горных работ обеспечивается за счет увеличения концентрацией твердого в гидросмеси перемещаемой земснарядом по напорному пульповоду к новому месту укладки. При этом формирование гидросмеси осуществляется последовательно в две стадии [14]. На первой – гидромонитор, работающий на технически чистой воде, который устанавливается на верхнем уступе, состоящем из консолидированных пород, производит их размыв. Гидросмесь от него самотеком по пульповодной канаве направляют в забой земснаряда, который разрабатывает породу и дополнительно увеличивает концентрацию пульпы (вторая стадия), перемещаемой по напорному пульповоду к новому месту укладки. В результате того, что гидромониторная разработка пород второй зоны гидроотвала гидромонитором обеспечивает более низкие удельные расходы воды по сравнению с их разработкой земснарядом, суммарная плотность гидросмеси  $\rho_{\Gamma\Sigma}$  интенсивно увеличивается до  $42 \text{ кг/м}^3$  при уменьшении величины удельного расхода воды  $q_{\Sigma}$  с  $12,00$  до  $7,28 \text{ м}^3/\text{м}^3$ . Этот факт иллюстрирует установленная эмпирическая зависимость:

$$\rho_{\Gamma\Sigma} = \frac{1310}{q_{\Sigma}^{0,08}} \quad (2)$$

Коэффициент вариации составляет  $K_B = 22,91\%$ , а величина удельного расхода воды при совместной разработке породы гидромонитором и земснарядом  $q_{\Sigma}$  определяется по формуле:

$$q_{\Sigma} = \frac{[(1-m+q_r) \cdot q_3]}{(1-m+q_3+q_r)}, \text{ м}^3/\text{м} \quad (3)$$

Величина удельного расхода воды  $q_{\Sigma}$  в гидросмеси, которая перемещается по трубопроводу на новое место укладки (2), определяется соотношением физико-механических свойств разрабатываемых пород, которые зависят от значения величин  $q_3$  и  $q_r$  (СНиП IV-5-84). Следовательно, зависимость изменения величины дополнительной производительности по породе при совместной разработке пород земснарядом и гидромонитором  $\Delta Q_{\Gamma\Sigma}$  по сравнению с традиционной земснарядной технологией, логично выразить от аргумента, которым является отношение  $q_3/q_r$ . В результате применения метода наименьших квадратов установлена эмпирическая зависимость ( $K_B=22,60\%$ ):

$$\Delta Q_{\Gamma\Sigma} = 30(q_3/q_r)^{1,8} \quad (4)$$

При величине соотношения  $q_3/q_r = 3$  комплекса для  $\Delta Q_{\Gamma\Sigma} = 4000 \text{ м}^3/\text{ч}$  увеличение производительности по породе достигает  $180 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

По методу наименьших квадратов установлена эмпирическая зависимость изменения величины отношения часовой производительности гидромониторного размыва по породе к земснарядной разработке от соотношения удельных расходов воды:

$$\frac{Q_{\Gamma\Gamma}}{Q_{\Gamma\text{З}}} = 0,94(q_3/q_r) - 0,01 \quad (5)$$

Статистическая оценка зависимости –  $K_B=5,08\%$  свидетельствует о незначительной изменчивости вариационного ряда. Зависимость изменения отношения часовой производительности по породе гидромониторного размыва к земснарядной разработке пород от соотношения удельных расходов воды показывает, что при увеличении величины соотношения  $q_3/q_r$  значение  $Q_{\Gamma\Gamma}/Q_{\Gamma\text{З}}$  возрастает с  $1,16$  до  $1,84$ .

Приняв в качестве аргумента фактор – величину  $q_3/q_r$ , получим зависимость изменения величины  $e_2/e_1$ , т.е. соотношения удельных энергозатрат на гидротранспортирование при



совместной разработке пород гидромониторами и землесосными снарядами к традиционной, земснарядной:

$$e_2 / e_1 = 1,1 - 0,2(q_3 / q_T) \quad (6)$$

при этом  $K_B=14,47\%$ , следовательно, изменчивость вариационного ряда можно считать средней. Проведенные расчеты по формуле (6) свидетельствует о том, что при величине соотношения  $q_3 / q_T$  равного трем, энергозатраты рекомендуемой технологии уменьшаются практически в два раза.

При этом безопасность горных работ достигается за счет того, что плавающий земснаряд разрабатывает обводненные неконсолидированные глинистые породы гидроотвала, а гидромонитор работает на верхнем уступе, состоящем из консолидированных пород.

Одним из главных факторов, который определяет основной параметр новой технологии, является изменение производительности гидрокомплекса при совместной разработке пород гидроотвалов гидромонитором и землесосным снарядом. Решение системы уравнений (1) относительно величины  $Q_{T\Sigma}$  ( $m^3/ч$ ) с учетом зависимости (3), позволило после преобразований установить расчетную формулу:

$$Q_{T\Sigma} = \frac{Q_{T\Sigma}(1-m+q_3+q_T)}{[(1-m) \cdot (1-m+2q_T) + q_3(1-m+2q_T)]} \quad (7)$$

Для выбора наиболее эффективного варианта исследуемой технологии целесообразно ввести дополнительный фактор регулирования ее параметров – давление воды на насадке гидромонитора. Подставляя числовые значения величины удельного расхода воды в зависимости от напора на насадке при разработке гидромонитором различных групп (категорий) пород гидроотвала №2 разреза АО «Черниговец» [14] в зависимость (7), получим значения производительности исследуемого гидрокомплекса для различных горнотехнических условий работы земснаряда и гидромонитора от величины напора воды на насадке гидромонитора (рис. 2).

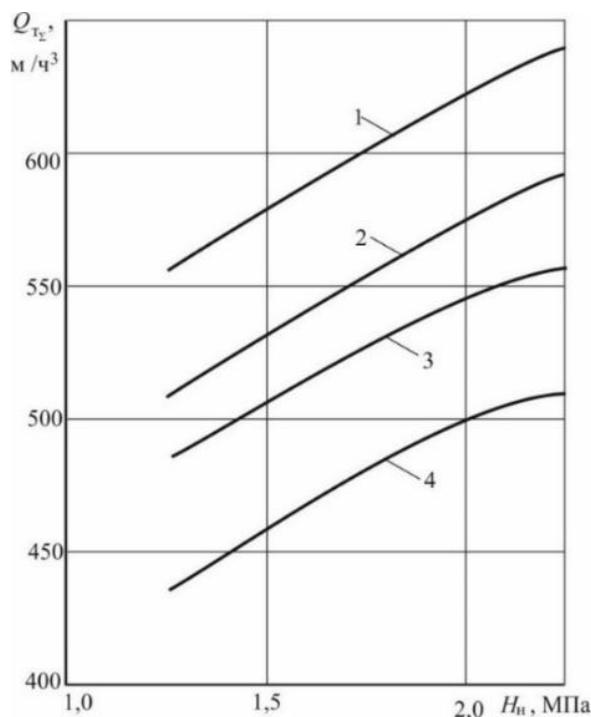


Рис.2. Зависимость производительности гидрокомплекса  $Q_{T\Sigma}$  от напора на насадке  $H_n$  при совместной разработке пород гидроотвалов гидромонитором и землесосным снарядом в условиях гидроотвала №2 разреза АО «Черниговец»: 1, 2, 3, 4 – номер серии



Номер серии означает различные варианты сочетания значений величин  $q_3$  и  $q_1$ , которые определяются категорией (группой) разрабатываемых пород.

Анализ графических зависимостей показывает, что при увеличении напора на насадке гидромонитора  $H_H$  с 1,2 до 2,0 МПа производительность гидрокомплекса  $Q_{T\Sigma}$  увеличивается на 51-84 м<sup>3</sup>/ч (10-15 %), причем интенсивность повышения с ростом давления снижается, так же, как и при повышении категории (группы) пород, которые разрабатываются гидромонитором.

Предположив, что искомая зависимость может быть определена только величиной удельного расхода воды при совместной разработке породы гидромонитором и земснарядом, построена (рис. 3) эмпирическая зависимость  $Q_{T\Sigma} = f(q_\Sigma)$ , которая была установлена методом наименьших квадратов:

$$Q_{T\Sigma} = \frac{3330}{q_\Sigma^{0,94}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (8)$$

Полученная зависимость позволяет упростить расчеты при выборе параметров гидрокомплекса, обладая при этом высокой достоверностью расчетов: среднее квадратическое отклонение – 2,49 м<sup>3</sup>/ч, относительная ошибка – 0,42 %, коэффициент вариации – 0,46 %.

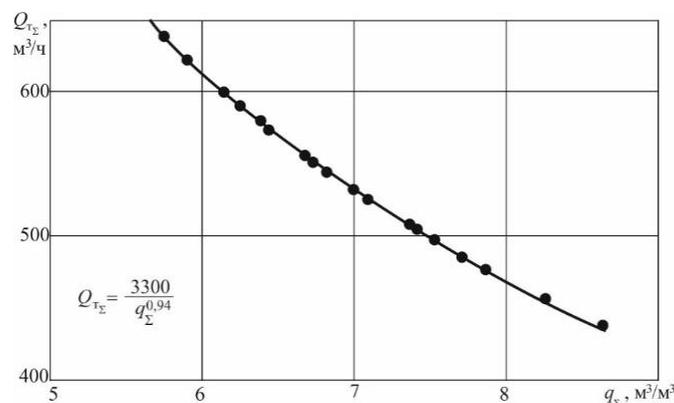


Рис.3. Зависимость производительности гидрокомплекса по породе  $Q_{T\Sigma}$  от удельного расхода воды  $q_\Sigma$  при совместной разработке пород гидроотвала гидромонитором и землесосным снарядом

### Выводы

В статье изложены результаты исследований изменения величины несущей способности поверхности трех основных зон гидроотвала и удельного расхода воды на разработку пород разными видами гидрокомплексов, которые показали, что на территории гидроотвала существует еще одна характерная зона, которую можно назвать четвертой зоной гидроотвала, в которой, несущая способность поверхности гидроотвала еще не позволяет эффективно применять гидромониторно-землесосный комплекс, при этом прочностные свойства пород требуют значительного увеличения удельного расхода воды при их разработке землесосными снарядами (не менее 11 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> вместо 6,5), что резко снизит эффективность переукладки этих пород, ранее намывных в гидроотвалы, и препятствующих открытой разработке законсервированных под ними запасов угля.

Предложенная автором гидромеханизованная технология разработки разных типов грунтов, намывных ранее в гидроотвал, а также последовательность ввода в отработку разных зон гидроотвала, в частности обводненных глинистых пород путем применения земснарядов и одновременно гидромониторов на верхнем горизонте исключают возможность возникновения аварий и выхода из строя оборудования при оползнях или выпорах, которые образуются, как показал опыт, при применении гидромониторно-землесосных комплексов для разработки неконсолидированной части пород гидроотвала. Таким образом, предложенная технология, объединяет в себе достоинства процессов гидромониторного размыва и разработки пород



землесосным снарядом, обеспечивая тем самым повышение эффективности и безопасности горных работ.

Определено условие устойчивой работы гидрокомплекса, когда гидросмесь, поступающая от гидромонитора, и дополнительно разработанная земснарядом порода в виде гидросмеси, повышающая общую концентрацию пульпы, транспортируемой в новый гидроотвал, соответствуют возможности грунтового насоса, который установлен на земснаряде. Приведена математическая запись этого условия в виде системы уравнений, решение которой позволяет установить параметры основных процессов.

Разработана методика и алгоритм выбора параметров технологии разработки пород гидромониторным размывом и земснарядом, основой которой являются установленные зависимости, которые учитывают горнотехнические условия эксплуатации оборудования, его номенклатуру и количество, и обеспечивают безопасность и эффективность переукладки пород гидроотвала.

Оценка эффективности применения нового способа разработки пород при переукладке гидроотвалов, показала, что минимальные значения дополнительной производительности по породе при совместной разработке пород земснарядом и гидромонитором по сравнению с традиционной земснарядной для условий гидроотвала № 2 разреза АО «Черниговец» составляют 70,6 м<sup>3</sup>/ч при  $Q_{T\Sigma} = 2000$  м<sup>3</sup>/ч и 182,3 м<sup>3</sup>/ч при  $Q_{T\Sigma} = 4000$  м<sup>3</sup>/ч, а относительная величина увеличения производительности по породе –  $\Delta Q_{T\Sigma} / Q_{T31}$  изменяется в пределах от 79,6 до 84,4%. При этом величина отношения удельных затрат уменьшается почти в два раза ( $C_1 / C_2 = \Delta Q_{T\Sigma} / Q_{T31} = 1,80-1,84$ ). Энергозатраты на гидротранспортирование при совместной разработке пород гидромониторами и землесосными снарядами будут меньше, чем при работе земснаряда, более чем на 50%.

С целью реализации инновационной технологии совместной разработки пород гидроотвалов гидромонитором и землесосным снарядом, рекомендации по обоснованию параметров этой технологии для переукладки 4581 тыс. м<sup>3</sup> пород гидроотвала №2 разреза АО «Черниговец» переданы в проектный институт ООО «СИГД». Расчеты показали, что удельные эксплуатационные затраты на разработку пород гидромонитором и земснарядом на 31,48 руб./м<sup>3</sup> меньше, чем при их разработке земснарядом, а экономический эффект составит 145,63 млн. руб. [15].

### Список источников

1. 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. – 2004. – №3. – С. 268-273.
2. А.с. СССР №1465573. Способ переформирования гидроотвала / Ю. И. Кутепов, Я. Г. Семикобыла, Н. А. Кутепова, Е. В. Костин. – МПК E21C41/02. – опубл. 15.03.1989. - БИ №10.
3. Кузнецова, И.В. Изучение физико-механических свойств намывных горных пород в основании отвальных насыпей при развитии оползневых деформаций подподошвенного типа // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – №5. – С. 58-62.
4. Galperin A.M., Pantyukhina E.A. The assessment of compatibility and bearing capacity of the filed finely-dispersed sediments. Proceedings of the XIII National conference with international participation of the open and underwa-ter mining of minerals. Varna, Bulgaria, 2015. P. 253-257.
5. 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. – 2011. – №2. – С. 7-18.
6. Кутепов, Ю.И. Изучение инженерно-геологических условий гидроотвалов Кузбасса на различных этапах существования / Ю.И. Кутепов, Н.А. Кутепова, А.Х Саркисян // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2004. – №5. – С. 145-149.
7. Черемхина, А.П. Инженерно-геологические исследования с целью обоснования безопасных условий расконсервации гидроотвалов вскрышных пород / А.П. Черемхина // Горный информационно-аналитический бюллетень. - М.: Изд-во МГГУ. – 2013. - №7. - С. 406-412.
8. 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; Оpubл. 23.07.18; БИ № 21. – 10 с.

9. Патент РФ на изобретение №2681772. Способ гидромеханизированной переукладки пород / В. С. Федотенко, С. И. Протасов, И. А. Мироненко, А. Е. Кононенко. – МПК<sup>6</sup> E21C 41/26. – 2018118218; Заявлено 17.05.18; Оpubл. 12.03.19; БИ № 8. – 7 с.

10. Патент РФ на изобретение №2691252. Способ переукладки пород гидроотвалов гидромонитором и землесосным снарядом / В. С. Федотенко, С. И. Протасов, И. А. Мироненко, А. Е. Кононенко. – МПК<sup>6</sup> E21C 41/26. – 2018135003; Заявлено 03.10.18; Оpubл. 11.06.19; БИ № 17. – 7 с.

11. Мироненко, И.А. Технология разработки пород, намывных ранее в гидроотвал, с применением гидромониторного размыва и землесосных снарядов / И. А. Мироненко, С. И. Протасов // Техника и технология горного дела. – 2019. – № 1. – С. 24-34.

12. Poklonov D. Substantiation of rational relationships of main parameters of the rock washing-out process when applying GD-300 hydraulic monitors at Kuzbass open pits / D. Poklonov, I. Mironenko, S. Protasov, P. Samusev // E3S Web Conf. Volume 174, 2020, article no. 01047. Vth International Innovative Mining Symposium. DOI: 10.1051/e3sconf/202017401047.

13. Мироненко, И. А. Принципы выбора вариантов технических решений для разработки и перемещения пород гидроотвала на новое место / И. А. Мироненко, С. И. Протасов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – Кемерово, 2019. – № 1. – С. 59-65.

14. Протасов, С.И. Исследование влияния горнотехнических условий на производительность гидрокомплекса для совместной разработки пород гидроотвалов гидромонитором и землесосным снарядом / С. И. Протасов, И. А. Мироненко // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – Москва: Горная книга, 2019. – №10. – С. 55–64.

15. Корчагина, Т.В. Технология разработки пород, намывных ранее в гидроотвал №2 разреза АО «Черниговец», гидромонитором и землесосным снарядом / Т. В. Корчагина, С. И. Протасов, И.А. Мироненко, А. В. Дониц // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – Кемерово, 2019. – № 3. – С. 82-93.

## References

1. Fedoseev, A. I. Opyt otrabotki namyvnykh chetvertichnykh porod s ploshchadi byvshego gidrootvala №3 ОАО «Razrez Kedrovskiy» / A.I. Fedoseev, V.R. Vegner, S.I. Protasov, S.P. Bakhaeva // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. – 2004. – №3. – S. 268-273.

2. A.s. SSSR №1465573. Sposob pereformirovaniya gidrootvala / Yu. I. Kutepov, Ya. G. Semikobyla, N. A. Kutepova, E. V. Kostin. – MPK E21S41/02. – opubl. 15.03.1989. - BI №10.

3. Kuznetsova, I.V. Izuchenie fiziko-mekhanicheskikh svoystv namyvnykh gornykh porod v osnovanii otval'nykh nasypey pri razvitiy opolznevykh deformatsiy podpodoshvennogo tipa // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. – 2011. – №5. – S. 58-62.

4. Galperin A.M., Pantyukhina E.A. The assessment of compatibility and bearing capacity of the filed finely-dispersed sediments. Proceedings of the XIII National conference with international participation of the open and underwa-ter mining of minerals. Varna, Bulgaria, 2015. P. 253-257.

5. Gal'perin, A.M. Monitoring i osvoenie tekhnogennykh massivov na gornykh predpriyatiyakh / A.M. Gal'perin, Yu.I. Kutepov, B.C. Krupoderov, O.D. Semenov // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. – 2011. – №2. – S. 7-18.

6. Kutepov, Yu.I. Izuchenie inzhenerno-geologicheskikh usloviy gidrootvalov Kuzbassa na razlichnykh etapakh sushchestvovaniya / Yu.I. Kutepov, N.A. Kutepova, A.Kh Sarkisyan // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. – 2004. – №5. – S. 145-149.

7. Cheremkhina, A.P. Inzhenerno-geologicheskie issledovaniya s tsel'yu obosnovaniya bezopasnykh usloviy raskonservatsii gidrootvalov vskryshnykh porod / A.P. Cheremkhina // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. - M.: Izd-vo MGGU. – 2013. - №7. - S. 406 - 412.

8. Patent RF na izobretenie №2661950. Sposob pereukladki gidrootvala / V. S. Fedotenko, S. I. Protasov, I. A. Mironenko, A. E. Kononenko. – МПК<sup>6</sup> E21S 41/26. – 2017111157; Zayavleno 03.04.17; Opubl. 23.07.18; BI № 21. – 10 s.

9. Patent RF na izobretenie №2681772. Sposob gidromekhanizirovannoy pereukladki porod / V. S. Fedotenko, S. I. Protasov, I. A. Mironenko, A. E. Kononenko. – МПК<sup>6</sup> E21S 41/26. – 2018118218; Zayavleno 17.05.18; Opubl. 12.03.19; BI № 8. – 7 s.



10. RF na izobretenie №2691252. Sposob pereukladki porod gidrootvalov gidromonitorom i zemlesosnym snaryadom / V. S. Fedotenko, S. I. Protasov, I. A. Mironenko, A. E. Kononenko. – MPK6 E21S 41/26. – 2018135003; Zayavleno 03.10.18; Opubl. 11.06.19; BI № 17. – 7 s.

11. Mironenko, I.A. Tekhnologiya razrabotki porod, namytykh ranee v gidrootval, s primeneniem gidromonitornogo razmyva i zemlesosnykh snaryadov / I. A. Mironenko, S. I. Protasov // Tekhnika i tekhnologiya gornogo dela. – 2019. – № 1. – S. 24-34.

12. Poklonov D. Substantiation of rational relationships of main parameters of the rock washing-out process when applying GD-300 hydraulic monitors at Kuzbass open pits / D. Poklonov, I. Mironenko, S. Protasov, P. Samusev // E3S Web Conf. Volume 174, 2020, article no. 01047. Vth International Innovative Mining Symposium. DOI: 10.1051/e3sconf/202017401047.

13. Mironenko, I. A. Printsipy vybora variantov tekhnicheskikh resheniy dlya razrabotki i peremeshcheniya porod gidrootvala na novoe mesto / I. A. Mironenko, S. I. Protasov // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – Kemerovo, 2019. – № 1. – S. 59-65.

14. Protasov, S.I. Issledovanie vliyaniya gornotekhnicheskikh usloviy na proizvoditel'nost' gidrokompleksa dlya sovmestnoy razrabotki porod gidrootvalov gidromonitorom i zemlesosnym snaryadom / S. I. Protasov, I. A. Mironenko // Gornyy informatsionnoy-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tekhnicheskii zhurnal). – Moskva: Gornaya kniga, 2019. – №10. – S. 55–64.

15. Korchagina, T.V. Tekhnologiya razrabotki porod, namytykh ranee v gidrootval №2 razreza AO «Chernigovets», gidromonitorom i zemlesosnym snaryadom / T. V. Korchagina, S. I. Protasov, I. A. Mironenko, A. V. Donich // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – Kemerovo, 2019. – № 3. – S. 82-93.

**Авторы**

**Мироненко Илья Александрович,**  
аспирант кафедры открытых горных работ,  
e-mail: ilya.mironenko.86@bk.ru

ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный  
технический университет»,  
Российская Федерация, 650000, г. Кемерово,  
ул. Весенняя, 28

**Authors**

**Ilya A. Mironenko,**  
PhD Student of Open Pit Mining Department  
e-mail: ilya.mironenko.86@bk.ru

Kuzbass State Technical University  
Russian Federation, Kemerovo,  
28 Vesennyaya street, 650000

**Библиографическое описание статьи**

Мироненко И.А. Влияние горнотехнических условий на параметры технологии переукладки пород гидроотвалов при совместной их разработке гидромониторным размывом и земснарядом // Техника и технология горного дела. – 2020. – № 4 (11). – С. 70-79.

**Cite this article**

Mironenko I.A. (2020) Influence of Mining and Technical Conditions on Parameters of Hydrodump Rock Respoiling Technology for Joint Mining by Jetting Erosion and Hydraulic Dredge, *Journal of mining and geotechnical engineering*, 4(11):70.