

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертационную работу

**Мироненко Ильи Александровича**

**«Разработка и обоснование параметров комбинированной гидромеханизированной технологии переукладки пород гидроотвалов»**,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности:

25.00.22 «Геотехнология (открытая, подземная и строительная)»

На отзыв представлена диссертационная работа на 124 страницах машинописного текста, состоящая из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка из 113 наименований, 2 приложений, включая 24 таблицы и 28 рисунков и автореферат на 21 странице.

### **Актуальность темы диссертации.**

Полнота отработки высококачественных промышленных запасов угля является одним из важнейших условий лицензионного соглашения с недропользователем.

С целью обеспечения доступа к значительным промышленным запасам угля, уже в ближайшее время необходимо производить переукладку уложенных в гидроотвалах угольных разрезов Кузбасса пород.

К числу таких первоочередных объектов относится и гидроотвал №2 разреза АО «Черниговец». Однако, анализ первого опыта переукладки пород из гидроотвала №3 на соседнем предприятии «Кедровский угольный разрез» показал, что при применении привычной для Кузбасса гидромониторно-землесосной разработки пород ядерной неконсолидированной зоны гидроотвала неоднократно происходили оползневые явления, которые приводили к аварийным ситуациям и выходу из строя оборудования, в первую очередь из-за того, что технология и оборудование, принятые для разработки пород этого гидроотвала, не соответствовали свойствам разрабатываемых пород.

Поэтому в диссертационной работе автор выбрал правильное и актуальное направление исследований по выбору способа, технологии и оборудования для разработки и переукладки пород, уложенных ранее в гидроотвалы, расположенные над запасами ценных каменных углей, в ряде случаев пригодных для коксования. Исследования в этом направлении являются своевременной актуальной научно-практической задачей и выполнены в соответствии с планом поисковых НИР КузГТУ, с учетом Программы развития угольной промышленности России на период до 2030 г.

**Идея работы** заключается в учете зональности физико-механических свойств намывного массива гидроотвала при выборе земснаряда и гидромонитора и технологических параметров их применения для разработки и переукладки пород гидроотвала.

**Основные научные положения, выносимые на защиту.**

1. Безопасная и эффективная технология разработки намывного массива гидроотвала обеспечивается разделением его объема на три зоны: песчано-супесчаных пород мягко-пластической консистенции с диапазоном угла внутреннего трения  $\varphi = 17-27^\circ$  (I); суглинистых пород текучей и мягко-пластической консистенции,  $\varphi = 13-16^\circ$  (II); неконсолидированных глинистых пород,  $\varphi = 5-10^\circ$  (III), при этом в первую очередь разрабатывают породы III зоны землесосным снарядом; II зоны – гидромониторно-землесосным комплексом; на стыке III и II зон – комбинированным способом при совместном применении земснаряда и гидромонитора, а породы I зоны – гидромониторно-землесосным комплексом после рыхления экскаватором.

2. Повышение производительности переукладки пород III и II зон гидроотвала в 1,2–1,84 раза и сокращение затрат более чем на 50 % обеспечивается рациональным сочетанием производительностей грунтового насоса земснаряда и гидромонитора, которые определяют по установленным нелинейным зависимостям от пористости пород и удельного расхода воды на их разработку.

3. Алгоритм определения рациональных параметров комбинированной технологии разработки и переукладки пород гидроотвала включает расчет суммарной величины удельных затрат при различных типах земснарядов и гидромониторов, физико-механических свойств пород с учетом их зональности с использованием нелинейных зависимостей производительности гидрокомплекса от напора на насадке гидромонитора и удельного расхода воды, выбор технологических параметров, соответствующих минимуму этих затрат.

Указанные научные положения соответствуют п. 4 "Создание и научное обоснование технологии разработки природных и техногенных месторождений твердых полезных ископаемых" паспорта научной специальности 25.00.22 - Геотехнология (подземная, открытая, строительная).

**Первое научное положение** базируется на тщательном анализе изменения физико-механических свойств пород в гидроотвале по мере растекания пульпы по пляжу при намыве гидросмеси в гидроотвал, а также глубоком знании особенностей и эффективности применения разных комплексов гидромеханизированного оборудования в разных зонах гидроотвала. Достоверность первого научного положения подтверждается представительным объемом ранее проведенных исследований, а также результатами изучения фактических

свойств пород гидроотвала №2 разреза АО «Черниговец» и опыта применения разных видов оборудования гидромеханизации в различных условиях эксплуатации, поэтому не вызывает сомнения.

**Второе научное положение** базируется на математическом моделировании условий совместной устойчивой работы гидромонитора и земснаряда через баланс параметров оборудования, который 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.

На основе базовой системы уравнений получены теоретические взаимосвязи технологических параметров комбинированной и традиционной технологий, обеспечивающие количественную оценку их эффективности через производительность по породе, удельный расход воды в гидросмеси и расход электроэнергии.

Для выбора наиболее эффективного варианта технологии введен дополнительный фактор регулирования ее параметров – давление на насадке гидромонитора. Полученные зависимости и их статистические оценки убедительно обосновывают второе защищаемое научное положение.

**Третье научное положение**, которое, на мой взгляд, должно выглядеть следующим образом: "Установлены зависимости, позволяющие определить рациональные параметры комбинированной технологии разработки и переукладки пород гидроотвала, учитывающие расчет суммарной величины удельных затрат при различных типах оборудования, физико-механические свойства пород с учетом их зональности, производительность гидрокомплекса от напора на насадке гидромонитора и удельный расход воды", базируется на основе установленных автором зависимостей и системы уравнений, заявленных в патенте, определяющих условия реализации нового способа совместной разработки пород гидроотвала гидромониторным размывом и земснарядом.

Соответственно, разработанные автором и запатентованные зависимости, позволили создать алгоритм, который учитывает физико-механические свойства намывных пород, горнотехнические условия эксплуатации оборудования, его номенклатуру и количество и позволяет выбрать наиболее рациональный вариант, параметры технологии и минимизировать издержки.

Новизна данного научного положения не вызывает сомнения, так как автор аргументировано с использованием оценки экономической эффективности результатов исследований производит его доказательство.

По оценке оппонента, знание автором диссертационной работы опыта применения различных комплексов гидромеханизированного оборудования в

разных горно- гидрогеологических и горнотехнических условиях, а также применение комплекса современных методов исследований с использованием стандартных программ математической обработки получаемых данных позволяет считать научные положения, выводы и рекомендации обоснованными и достоверными.

**Новизна научных результатов** заключается в следующем:

1. Установлены количественные критерии пространственного зонирования намывного массива гидроотвала по показателям консистенции и величины угла внутреннего трения, обеспечивающие рациональную комбинацию оборудования для гидромеханизированной разработки и переукладки пород гидроотвалов.

2. Обоснованы принципы рационального сочетания производительности грунтового насоса земснаряда и гидромонитора, основанные на комплексе нелинейных зависимостей от пористости пород и удельного расхода воды на их разработку.

3. Установлены зависимости, позволяющие разработать общий алгоритм определения рациональных параметров комбинированной технологии гидромеханизированной разработки пород гидроотвалов, обеспечивающий минимизацию удельных затрат за счет совместного использования земснаряда и гидромонитора с учетом зональности свойств намывных пород и использования нелинейной зависимости производительности гидрокомплекса от напора на насадке гидромонитора и удельного расхода воды.

Степень новизны выполненных работ не вызывает сомнений и подтверждается тремя патентами РФ на изобретения.

### **Практическое значение и реализация работы**

1. Разработана принципиально новые технические и технологические решения по гидромеханизированной разработке пород, ранее уложенных в гидроотвал, и переукладки их в новую емкость, основанных на определенной последовательности разработки пород в разных зонах гидроотвала с применением различных видов оборудования гидромеханизации (патенты РФ №2661950, №2681772 и №2691252);

2. Разработана методика определения рациональных параметров комбинированной технологии гидромеханизированной разработки пород гидроотвалов, обеспечивающий минимизацию удельных затрат за счет совместного использования земснаряда и гидромонитора с учетом зональности свойств намывных пород и использования нелинейной зависимости производительности

гидрокомплекса от напора на насадке гидромонитора и удельного расхода воды.

3. Предлагаемая автором технология гидромониторного размыва пород при применении землесосных снарядов для переукладки пород гидроотвалов на новое место обеспечивает безопасность горных работ, водосбережение и энергосбережение, значительно сокращает протяженность трубопроводов, т.к. для функционирования гидромониторно-земснарядного комплекса требуется только два трубопровода (водовод и пульповод), а при традиционных способах разработки – четыре. Проведенные расчеты показали, что производительность по породе для условий гидроотвала № 2 разреза АО «Черниговец» увеличивается в 1,2-1,8 раза.

4. По результатам научных исследований автора, подготовлены и переданы рекомендации в проектной организации ООО «Сибирский Институт Горного Дела» по обоснованию параметров этой гидромеханизированной технологии для переукладки пород гидроотвала №2 разреза АО «Черниговец» с использованием емкости остаточной карьерной выработки в районе склада взрывчатых материалов. Рекомендации включают: перечень основного оборудования гидромеханизации; объем пород и группы грунта, разрабатываемых гидрокомплексом; календарный график горных работ; планы горных работ с расстановкой оборудования на периоды ввода карьера в эксплуатацию и полное развитие горных работ.

5. Предложенный автором вариант комплексной гидромеханизированной разработки пород гидроотвала №2 разреза АО «Черниговец» и перемещения их в новый гидроотвал №3 «Внутренний» с применением гидромониторов и земснарядов обеспечивает следующие технико-экономические показатели (в ценах 2018 г.): общий объем пород, переукладываемых из гидроотвала – 19317 тыс. м<sup>3</sup>; объем инвестиций – 218080,06 тыс. руб.; удельный объем инвестиций – 11,29 руб./м<sup>3</sup>; 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>.

Усредненные удельные эксплуатационные затраты на разработку 1 м<sup>3</sup> пород составили 127,60 руб./м<sup>3</sup>, что на 31,79 руб./м<sup>3</sup> меньше, чем при их разработке земснарядом. Учитывая, что по предлагаемой технологии обрабатывается 4581 тыс. м<sup>3</sup> горных пород, экономический эффект составит 145,63 млн руб.

**Достоверность и обоснованность научных положений**, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечиваются корректной постановкой задач исследований, использованием апробированных методов

расчетов гидромеханизации и математической статистики, а также положительным опытом апробации разработанной комбинированной гидромеханизированной технологии в проекте разработки и переукладки пород из гидроотвала №2 на разрезе АО «Черниговец».

### **Личный вклад автора**

1. Установлены зависимости изменения величины несущей способности основания трех основных зон несущих пород гидроотвала в условиях Кузбасса показателю консистенции и величины угла внутреннего трения, удельного расхода воды на разработку пород, которые позволяют выявить еще один характерный участок гидроотвала на стыке III и II зон гидроотвала, на котором несущая способность поверхности гидроотвала не позволяет эффективно применить гидромониторно-землесосный комплекс, при этом прочностные свойства пород потребуют значительного увеличения удельного расхода воды при их разработке землесосными снарядами (вместо 6,5 не менее  $11 \text{ м}^3/\text{м}^3$ ), что резко снижает эффективность их переукладки.

2. Сформирован методологический подход к выбору вариантов технических решений по гидромеханизированной разработке пород, уложенных ранее в гидроотвал, и перемещению их в новую емкость, в соответствии с которым безопасность и эффективность ведения горных работ обеспечиваются не только за счет использования комплекса гидромеханизированных технологий, каждая из которых применяет технические средства, которые наиболее соответствуют физико-механическим свойствам пород разрабатываемых зон гидроотвала, но и за счет последовательности их применения и сочетания.

При этом в первую очередь разрабатывают породы III зоны землесосным снарядом, II зоны – гидромониторно-землесосным комплексом, а породы I зоны – гидромониторно-землесосным комплексом после рыхления экскаватором.

3. Для отработки пород на стыке II и III зон гидроотвала следует применять новый способ разработки пород гидроотвала, основанный на одновременном гидромониторном размыве пород и их разработке землесосным снарядом. При этом формирование гидросмеси, транспортируемой по пульповоду в гидроотвал, осуществляется последовательно в две стадии: на первой – гидромонитором, работающим на технически чистой воде, гидросмесь от которого самотеком направляют в забой земснаряда, который также разрабатывает породу и тем самым дополнительно увеличивает концентрацию пульпы (вторая стадия).

4. На основе установленных автором зависимостей и системы уравнений, заявленных в патенте, определены условия реализации нового способа совместной разработки пород гидроотвала гидромониторным размывом и земснаря-

дом математически сформулировано в виде системы уравнений, включающих взаимозависимые параметры, которые характеризуют физико-механические свойства разрабатываемых пород (группу пород), нормативные удельные расходы воды при работе земснаряда и гидромонитора, а также их техническую производительность.

5. Установлено, что главным фактором повышения эффективности результаты работы комплекса при совместной разработке пород гидромониторным размывом и земснарядом является увеличение плотности гидросмеси, транспортируемой по пульповоду. При реализации рекомендуемой технологии достигается снижение удельного расхода воды с 12 до  $7,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$ , которое повышает плотность гидросмеси с 1073 до  $1117 \text{ кг}/\text{м}^3$ , т.е. на  $42 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Это в свою очередь увеличивает производительность комплекса по породе в 1,2-1,8 раза, сокращая энергозатраты на гидротранспортирование до 48 %.

7. Установленные зависимости изменения производительности гидрокомплекса при совместной разработке пород гидроотвалов гидромонитором и землесосным снарядом от группы (категории) разрабатываемой породы, напора на насадке гидромонитора и удельного расхода воды показывают, что при увеличении напора на насадке гидромонитора с 1,2 до 2,0 МПа она увеличивается на 70-84  $\text{м}^3/\text{ч}$ , причем интенсивность повышения с ростом давления снижается, так же, как и при повышении категории (группы) пород, которые разрабатываются гидромонитором.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. Автор в первом разделе работы слишком много места занял для описания хорошо известных специалистам технологий гидромеханизации. Этот раздел можно было сократить и дать только краткую и нужную информацию.

2. Имеются в небольшом количестве опечатки, в частности на стр. 103 во втором абзаце снизу напечатано «... эксплуатации горнотранспортного оборудования» вместо «... эксплуатации оборудования для гидроразмыва и гидротранспорта».

3. Третье научное положение, которое, на мой взгляд, должно выглядеть следующим образом: "Установлены зависимости, позволяющие определить рациональные параметры комбинированной технологии разработки и переукладки пород гидроотвала, учитывающие расчет суммарной величины удельных затрат при различных типах оборудования, физико-механические свойства пород с учетом их зональности, производительность гидрокомплекса от напора на насадке гидромонитора и удельный расход воды".

Установленные автором зависимости и система уравнений, заявленные в патенте, позволили разработать алгоритм выбора параметров предлагаемой технологии.

4. При формулировке идеи работы - которая заключается в учете зональности физико-механических свойств намывного массива гидроотвала при выборе земснаряда и гидромонитора и технологических параметров их применения для разработки и переукладки пород гидроотвала, на мой взгляд, было бы точнее затронуть только сложность с отработкой характерного участка гидроотвала на стыке III и II зон гидроотвала, для которой автором разработана новая, специальная технология.

Это полностью соответствует п. 4 "Создание и научное обоснование технологии разработки природных и техногенных месторождений твердых полезных ископаемых" паспорта научной специальности 25.00.22 - Геотехнология (подземная, открытая, строительная). В этом паспорте специальности есть п.1 – «Изучение горно-геологических и горнотехнических условий и характеристик месторождений твердых полезных ископаемых», но гидроотвал вряд ли можно считать месторождением.

5. В работе, гл.2 рисунок 2.1 назван – «Алгоритм выбора вариантов технических и технологических решений по разработке и перемещению пород гидроотвала», на мой взгляд, а в автореферате - рисунок 2 – Методологический подход к выбору вариантов технических решений по разработке и перемещению пород гидроотвала на новое место. Лучше, на мой взгляд, назвать «Анализ вариантов технических и технологических решений по разработке и перемещению пород гидроотвала».

### **Заключение по диссертационной работе**

Оценивая выполненную диссертацию в целом, отмечаю, что по своей актуальности, научной новизне и практическому значению она соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, является законченной научно-квалификационной работой, соответствует п.4 паспорта научной специальности 25.00.22 - Геотехнология (подземная, открытая, строительная).

Автором получены достоверные научные и практические результаты, обоснованы выводы и рекомендации.

Техническое оформление диссертации соответствует действующим требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Диссертация написана технически грамотно, ее части логически взаимосвязаны друг с другом и образуют единое целое.



Автореферат диссертации соответствует основному содержанию диссертационной работы. По теме диссертации автором опубликовано 17 печатных научных работ, из них 5 в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 1 – в издании, индексируемом международной базой данных Scopus. Получены 3 патента РФ на изобретение.

Диссертация соответствует критериям, установленным п.9 "Положения о порядке присуждения ученых степеней", утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автор диссертации Мироненко Илья Александрович за разработку и обоснование параметров комбинированной гидромеханизированной технологии переукладки пород гидроотвалов, учитывающую зональность физико-механических свойств намывного массива и обеспечивающую безопасность и эффективность горных работ, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 - «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)».

**Официальный оппонент:**  
доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры "Техника и технология  
горного и нефтегазового производства"  
Московского политехнического университета

**Деревяшкин  
Игорь Владимирович**

" 16 " 08 2022 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет»  
107023, г. Москва, ул. Большая Семеновская, 38, тел.: +7 (495) 223-05-23,  
e-mail: mospolytech@mospolytech.ru

подпись Деревяшкина ИВ заверяю

Ведущий документовед  
Е. В. Алексеева

