

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке и инновациям

НИТУ «МИСиС»

проф., д.т.н. Филонов М.Р.



2017 г.

### ОТЗЫВ

ведущего предприятия Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС») на диссертационную работу Исайченкова Александра Борисовича «Оптимизация сопряженно выполняемых технологических процессов вскрышных работ при применении современных экскаваторно-автомобильных комплексов» (на примере разреза «Тугнуйский»), представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)».

#### **Актуальность, цель и основная идея диссертации.**

В последние годы наметилась тенденция широкого применения при открытой разработке месторождений нового высокопроизводительного оборудования – в первую очередь одноковшовых экскаваторов механических лопат с емкостью ковша до 60 м<sup>3</sup> и большегрузных автосамосвалов грузоподъемностью до 360 т. Эффективность работы такого дорогостоящего технологического оборудования во многом зависит от правильно выбранных параметров каждого из сопряженно выполняемых технологических процессов и от их оптимального сочетания.

В связи с этим работа Исайченкова А.Б., направленная на разработку методики оптимизации параметров сопряженно выполняемых технологических процессов, обеспечивающих оптимальные результаты работы всего экскаваторно-автомобильного комплекса, является актуальной.

Целью работы является обоснование параметров сопряженно выполняемых технологических процессов разработки полускальных вскрышных пород,

обеспечивающих наилучшие результаты работы экскаваторно-автомобильного комплекса.

Основная идея работы заключается в использовании в качестве критерия оптимизации работы экскаваторно-автомобильного комплекса величины средневзвешенного размера куска взорванной горной массы.

**Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Необходимо отметить, что все выносимые на защиту научные положения сформулированы автором как реализация методических принципов выхода на конечную цель диссертации с использованием современных методов исследований.

Вполне обоснованным является утверждение автора в первом научном положении о том, что для обеспечения эффективной работы экскаваторов большой единичной мощности необходим мониторинг качества подготовки взорванной горной массы по всему сечению развала, который может быть реализован при совместном использовании эталонных и фактических фотопланов.

Инновационным является научное положение утверждающее, что для оптимизации параметров процессов разработки вскрышных пород экскаваторно-автомобильными комплексами большой единичной мощности в качестве критерия необходимо использовать величину средневзвешенного размера куска взорванной горной массы.

Логике исследований соответствует и содержательная часть научного положения, устанавливающая зависимость изменения веса породы в ковше, времени наполнения ковша, времени цикла экскавации и производительности экскаватора от величины средневзвешенного размера куска взорванной вскрышной породы. Выявленная зависимость позволяет определять зону минимума суммарных эксплуатационных издержек для принятой технологии производства открытых горных работ.

**Диссертационная работа** состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы из 123 наименований и 3 приложений, содержит 45 рисунков и 80 таблиц.

**Первая глава** диссертации посвящена анализу существующих принципов и методов оптимизации параметров разработки вскрышных пород экскаваторно-автомобильными комплексами. Сформулирован основной принцип оптимизации, заключающийся в построении зависимости изменения удельных затрат на

разработку вскрышных пород по каждому технологическому процессу от величины средневзвешенного размера куска взорванной породы. Это позволяет определить оптимальные параметры каждого из процессов для применяемых технических средств с учетом физико-механических свойств разрабатываемых пород, что в свою очередь обеспечивает минимум удельных затрат для всей технологии.

Установлено, что наилучшим инструментарием, позволяющим комплексно объединить расчетные зависимости для определения кусковатости взорванных пород и параметров буровзрывных работ (БВР), является программно-технический комплекс «Blast Maker», успешно реализованный на разрезе «Тугнуйский».

**Во второй главе** с помощью методики определения параметров БВР и кусковатости взорванной горной массы, реализованной в программе «Blast Maker», выполнены расчеты и установлены зависимости изменения удельного расхода взрывчатых веществ (ВВ) от величины средневзвешенного размера кусков ( $D_{св}$ ) взорванной горной массы. Данные зависимости, полученные для различных значений плотности взорванных пород, коэффициентов крепости и трещиноватости, имеют вид монотонно убывающих гипербол. На основе расчетов автором установлены зависимости изменения величины удельных затрат на буровзрывное рыхление вскрышных пород от требуемого уровня кусковатости взорванных пород.

**Третья глава** посвящена исследованию влияния кусковатости взорванных пород на параметры процесса экскавации, в качестве которых приняты: вес породы в ковше, время наполнения ковша, время цикла экскаватора и производительность экскаватора.

Определяющим для процесса экскавации является гранулометрический состав взорванных пород. С целью мониторинга качества подготовки взорванной горной массы диссертантом (в соавторстве) разработан и запатентован специальный «Способ определения влияния гранулометрического состава породы на параметры экскавации», основанный на создании и применении эталонных фотопланограмм. Выполненные автором с помощью этого способа экспериментальные исследования позволили установить эмпирические зависимости изменения веса породы в ковше экскаватора, времени наполнения ковша и времени цикла экскавации от величины средневзвешенного размера экскавируемых пород.

Учитывая полученные эмпирические зависимости автором для горнотехнических условий разреза «Тугнуйский» предложена формула (3.13) для определения расчетной годовой производительности экскаватора. Сравнение расчетной производительности экскаватора с фактической свидетельствует о достаточно высокой степени ее достоверности.

**В четвертой главе** выполнен детальный расчет себестоимости одного кубометра вскрышных пород по основным технологическим процессам (БВР, экскавация, транспортирование, отвалообразование) и получены зависимости изменения удельных затрат по каждому из сопряженных процессов от величины средневзвешенного куска ( $D_{св}$ ) взорванных пород.

Предложенный критерий  $D_{св}$ , оптимальное значение которого соответствует минимуму суммарных удельных затрат, позволяет определить рациональные технологические параметры для разных типов применяемых комплексов горнотранспортного оборудования.

**В пятой главе** представлена методика и укрупненный алгоритм оптимизации параметров сопряженно выполняемых технологических процессов открытых горных работ. Для условий разреза «Тугнуйский» определен оптимальный размер куска взорванных пород, который составляет 0,6–0,9 м. Установлено также, что зависимость изменения суммарных затрат на разработку полускальных пород от величины  $D_{св}$  имеет слабо выраженную зону минимума. Разработанный алгоритм позволяет оперативно производить оптимизацию технологических параметров и минимизировать эксплуатационные затраты по основным производственным процессам в случае изменения горно-геологических условий производства горных работ.

#### **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

На основе поставленной цели в работе определены идея и сформулирован перечень решаемых задач, в соответствии с которыми построена структура диссертации и обоснован выбор методов исследований, включающий: анализ состояния вопроса оптимизации технологических процессов разработки полускальных вскрышных пород, анализ и обобщение практического опыта разработки вскрышных пород на угольных разрезах, эксперименты в производственных условиях, методы прикладной математики и математической статистики, технико-экономический и стоимостной анализ.

Достоверность полученных результатов исследований подтверждается применением современных программных продуктов («Blast Maker») и технических средств автоматизации (АССД БС «Кобус»), высоким значением критериев достоверности и надежности полученных корреляционных зависимостей, статистическими данными работы основного технологического оборудования на разрезе «Тугнуйский».

Формулировка научной новизны в полной мере корреспондируется с защищаемыми научными положениями, что является подтверждением их обоснованности и достоверности.

**Значимость для науки и практики полученных диссертантом результатов.**

Значимость для науки результатов диссертационного исследования состоит в разработке способа определения влияния гранулометрического состава породы на технологические параметры процессов экскавации, транспортирования, отвалообразования и установлении эмпирических зависимостей изменения затрат по процессам от величины средневзвешенного размера куски взорванных пород.

Практическая значимость работы заключается в создании методики оптимизации параметров, сопряженно выполняемых технологических процессов разработки полускальных вскрышных пород. Данная методика принята для реализации разрезом «Тугнуйский» и рядом предприятий АО «Красноярскуголь».

**Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертации.**

В диссертации Исайченкова А.Б. содержится решение задачи оптимизации параметров технологических процессов при эксплуатации мощных экскаваторно-автомобильных комплексов при разработке полускальных вскрышных пород.

Методическая база решения задач исследований отличается нетривиальностью и свидетельствует о глубоких знаниях автора в области заявленной тематики, об умении выделить главное, разрабатывать технические решения и рекомендации по совершенствованию производственных процессов на крупных угольных разрезах, оснащенных самым современным горнотранспортным оборудованием.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации, как в части отражения основных направлений исследований, выводов, так и рекомендаций автора.

### **Оценка языка и стиля изложения материала.**

Диссертация и автореферат написаны принятым в научно-технической литературе языком. Материал изложен логично и иллюстрирован необходимыми рисунками, таблицами и формулами. Стиль изложения материалов диссертации и автореферата может быть обозначен как научный.

### **Полнота изложения материалов диссертации в опубликованных работах.**

Основные выводы и результаты диссертационной работы отражены в 8 опубликованных работах (все в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации). Получен патент РФ на изобретение.

### **Замечания по диссертации:**

1. Рекомендации и основные выводы целесообразно было бы рекомендовать не для одного типа экскаватора (Висугус-495HD) с конкретной емкостью ковша ( $41,3 \text{ м}^3$ ), а для параметрической линейки высокопроизводительных электрических мехлопат с полезной нагрузкой в ковше от 45–57 т (экскаваторы 1300ХРС, WK-27, ЭКГ-32р) до 82–109 т (экскаваторы 4100ХРС, WK-55, САТ-7495).

2. На изменение веса породы в ковше экскаватора значительное влияние оказывает не только гранулометрический состав экскавируемого материала, но и геологические и физико-технические характеристики пород разрабатываемого массива (количество разностных слоев, их изменчивость, плотность отдельных литологических разностей). Оговорки по геологическим условиям проведения экспериментальных работ в диссертации и автореферате сделаны не достаточно подробно.

3. При построении кривых изменения параметров сетки скважин от удельного расхода ВВ (рисунок 2.14 в диссертационной работе) приняты не характерные интервалы (от 2,0 до 10,0  $\text{кг}/\text{м}^3$ ) удельных расходов ВВ для пород Тугнуйского разреза. Интервал оценок целесообразно было бы уложить в диапазон от 0,3 до 2,0  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

4. Четвертое научное положение сформулировано не совсем корректно и является по существу констатацией полученного результата, а не защищаемым научным положением.

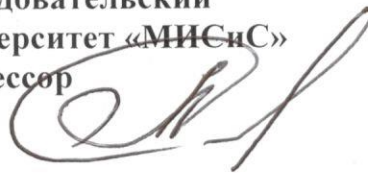
### **Общая оценка диссертационной работы.**

Несмотря на вышесказанные замечания диссертационная работа Исайченкова А.Б. является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи обоснования параметров

сопряженно выполняемых технологических процессов разработки полускальных вскрышных пород электрическими экскаваторами большой единичной мощности. Последнее позволяет снизить эксплуатационные затраты на производство вскрышных работ и на этой базе повысить эффективность отработки крупных угольных месторождений. Автор диссертационной работы Исайченков Александр Борисович проявил себя квалифицированным специалистом в области открытых горных работ и заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)».

Отзыв рассмотрен на заседании кафедры «Геотехнология освоения недр». Протокол № 10 от 18 мая 2017 г.

**Заведующий кафедрой «Геотехнология освоения недр»  
Федерального государственного  
автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский  
технологический университет «МИСиС»  
докт. техн. наук, профессор**



**Мельник Владимир Васильевич**

119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 4  
Телефон: 8(499)237-21-71  
E-mail: [msmu-prpm@yandex.ru](mailto:msmu-prpm@yandex.ru)

**Федеральное государственное  
автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский  
технологический университет «МИСиС»**