

## О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию Полинова Андрея Александровича «ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПАРАМЕТРОВ ОТКОСОВ ОТВАЛОВ И БОРТА КАРЬЕРА ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ И ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГИИ» по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук

### 1. Актуальность избранной темы

Диссертация Полинова Андрея Александровича направлена на решение актуальной научно-практической задачи обоснования параметров открытой геотехнологии, обеспечивающей формирование южных откосов отвалов и верхних уступов северного борта карьера с целью концентрации солнечной и ветровой энергии в ходе развития горных работ для повышения полноты и комплексности освоения участка недр.

Диссертационная работа приобретает особую актуальность и востребованность в постоянно усложняющихся горно-геологических и горнотехнических условиях разработки месторождений твердых полезных ископаемых при постоянном росте объемов потребления электроэнергии и требований к рекультивации земель, нарушенных горными работами. В настоящее время, в мировой практике имеется положительный опыт ввода в эксплуатацию в промышленных масштабах установок по преобразованию возобновляемых источников энергии в электрическую. Применительно к горнодобывающим предприятиям, реализация подхода по монтажу установок по использованию природных возобновляемых источников энергии ограничивается выполнением мероприятия по рекультивации и повышению эффективности использования нарушенных земель. Подавляющее большинство отечественных и зарубежных примеров сводится к реализации возможности установки солнечных панелей и ветрогенераторов на землях, нарушенных горными работами в рамках их рекультивации, или на отдельно отчуждаемых территориях. При этом отсутствуют технологические решения, направленные на изменение конструкции горнотехнической системы с целью повышения эффективности использования солнечной и ветровой энергии, как в процессе ведения горных работ, так и после их завершения.

В связи с этим диссертация Полинова А.А., посвященная обоснованию конструкции и параметров откосов отвалов и борта карьера для эффективного использования солнечной и ветровой энергии, имеет важное экономическое значение для развития горнодобывающего комплекса России и полностью соответствует критерию актуальности кандидатской диссертации.

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

Автором получен ряд новых положений, имеющих важное теоретическое и практическое значение для горной промышленности России. Наиболее существенными из них являются:

*1. Изменение конструкции элементов горнотехнической системы обеспечивает создание условий концентрирования в заданных областях осваиваемого участка недр возобновляемой энергии, при этом ведение горных работ в соответствии с обоснованными параметрами открытой геотехнологии с учетом минимальных охраняемых зон и применения пород вскрыши для формирования аккумулирующих техногенных емкостей способствуют эффективному использованию солнечной и ветровой энергии.*

Обоснование конструкции отдельных объектов горнотехнической системы при комплексном освоении месторождений обеспечивает создание условий концентрирования солнечной и ветровой энергии, что требует изменение подхода к ее проектированию и эксплуатации. Для эффективного использования солнечной и ветровой энергии при комплексном освоения участка недр предложены и обоснованы принципы конструирования южного откоса отвала и верхних уступов откоса северного борта карьера, внедрение которых на горнодобывающих предприятиях требует обоснование параметров открытой геотехнологии с учетом буровзрывной подготовки для обеспечения безопасной эксплуатации солнечных панелей и

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»	
за №	_____
Дата регистрации	21.08.2024
Фамилия регистратора	_____

ветрогенераторов. Разработаны новые технические и технологические решения по одновременному формированию из вскрышных пород техногенных емкостей с заданными потребительскими характеристиками, использование которых обеспечивает компенсацию неравномерности выработки солнечными панелями и ветрогенераторами электроэнергии в течении суток. Защищаемое положение следует считать обоснованным.

*2. Оптимальная конструкция откосов отвала и карьера одновременно обеспечивает минимум коэффициента инсоляции горнотехнической системы и максимум полезной площади инсоляции. Опережающая постановка верхних уступов северного борта карьера с выглаживанием его результирующего угла на  $10^\circ$  и оформление южных откосов внешних отвалов под углом более  $25^\circ$  в условиях месторождений, расположенных в пределах  $50-55^\circ$  северной широты, обеспечивает повышение концентрации солнечной энергии до 3 раз при совмещении рекультивационных работ и снижении сроков передачи восстановленных земель.*

Данное положение основано на теоретических исследованиях, компьютерном моделировании и изучении технических решений по изменению конструкции и параметров откосов отвала и карьера при ведении добычных работ для условий месторождения Урала с целью эффективного использования солнечной и ветровой энергии, в результате чего обоснована и доказана состоятельность подхода к выбору режима горных работ открытой геотехнологии при комплексном освоении участка недр. Установленные зависимости изменения инсоляции и коэффициента инсоляции позволили выработать рекомендации по оптимизации параметров южного откос отвала и северного борта карьера. На основании представленных в диссертации материалов защищаемое положение следует считать обоснованным.

*3. Увеличение высоты отвала в диапазоне от 50 до 150 м обеспечивает повышение скорости ветра на его поверхности при максимальном угле откоса до 1,6 раз и снижение до 2,5 раз необходимой вместимости аккумулирующей техногенной емкости, строительство ограждающих дамб которой осуществляется с использованием скальных пород вскрыши, а гидроизоляция их откосов – рыхлых пород вскрыши, удельный объем которых с ростом вместимости снижается соответственно до 5 и 8 раз.*

Научно обоснована и разработана трехмерная компьютерная модель горнотехнической системы, обеспечивающая возможность выполнения инженерного анализа и позволяющая осуществлять аэродинамические исследования с целью выявления зависимости параметров горнотехнических сооружений на изменение скорости воздушных потоков по всей их поверхности. Предложенная методика определения параметров аккумулирующих техногенных емкостей и разработанные технологические схемы их формирования с использованием вскрышных пород, дифференцированных по физико-механическим свойствам, обеспечивают вовлечение в разработку требуемых участков месторождения не только с целью вскрытия и подготовки запасов полезных ископаемых к выемке, но и для заблаговременной постановки северного борта карьера в предельное положение. Автору удалось обосновать возможность и целесообразность применения современных достижений в области информационных технологий с целью представления горнотехнической системы в качестве интегрированной CAD/CAM/CAE-системы. Защищаемое положение следует считать логичным и обоснованным.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, базируется на теоретических и методологических положениях, сформулированных в исследованиях российских и зарубежных ученых, и подтверждается соответствием теоретических исследований практическим результатам, а также использованием разработанных автором научных и технологических решений на горных предприятиях и проектными институтами.

### **3. Достоверность и новизну исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Достоверность результатов диссертации подтверждается: корректной постановкой задач исследований; надежностью и представительным объемом исходных данных; анализом ми-

рового опыта эксплуатации различных видов источников альтернативной энергетики; надежностью и представительным объемом исходных данных; использованием современных программных продуктов и комплексов при расчетах и компьютерном моделировании; подтверждается: согласованностью данных, полученных различными методами исследования, между собой и с данными промышленных испытаний; положительными результатами применения научно-методических положений диссертации в промышленных условиях и учебном процессе.

#### 4. Значимость для науки и практики полученных автором результатов

К основным научным результатам представленной диссертации следует отнести разработанные в процессе проведения исследований:

- стратегия обеспечения полноты и комплексности освоения участка недр при использовании возобновляемых источников энергии, заключающаяся в целенаправленном формировании горнотехнических сооружений с обоснованными параметрами, обеспечивающими эффективное использование солнечной и ветровой энергии;
- систематизация горнотехнических сооружений, обеспечивающих использование возобновляемой энергии, применение которой позволяет выбрать направление их формирования, обосновать конструкцию и параметры верхних уступов карьера, внешних отвалов и техногенных емкостей;
- коэффициент инсоляции горнотехнической системы, являющийся суммой коэффициентов инсоляции карьера и отвала, которые определяются отношением дополнительных объемов вскрыши при выполаживании откосов к создаваемой полезной площади инсоляции, и выступает в качестве критерия оценки эффективности изменения конструкции откоса карьера и отвала;
- сформулированы принципы целенаправленного формирования горнотехнических сооружений с обоснованными параметрами, обеспечивающими эффективное использование солнечной и ветровой энергии, применение которых способны обеспечить условия развития горнотехнической системы на всех стадиях ее функционирования;
- методика обоснования параметров буровзрывной подготовки горных пород к выемке при обеспечении безопасности охраняемых зон с установками использования солнечных панелей и ветрогенераторов, основанная на минимальной скорости разлета кусков горных пород при взрыве, использование которой позволяет сократить минимальное расстояние ведения горных работ относительно участка борта карьера с установленными и эксплуатируемыми солнечными Панелями
- методика обоснования конструкции и параметров откосов отвалов и борта карьера для эффективного использования солнечной и ветровой энергии, включающая определение количества возобновляемой природной энергии в пределах осваиваемого участка недр, состояние ведения горных работ и горнотехнической системы, и позволяющая определить оптимальную конструкцию откосов южного склона отвала и верхних уступов карьера, а также объемов материала для формирования техногенной емкости и ее вместимости, выбирать способ регулирования режима горных работ, с учетом минимального расстояния взрывной подготовки пород к выемке относительно участка монтажа и эксплуатации солнечных панелей.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается:

- разработкой и внедрением технологических схем изменения результирующего угла откосов верхних уступов карьера и формирования внешних отвалов заданной конструкции и формы в плане, а также аккумулирующих техногенных емкостей, применение которых позволяет концентрировать в заданных областях горнотехнических сооружений солнечную и ветровую энергию с полной компенсацией их непостоянства;
- обоснованием рациональных параметров открытой геотехнологии с формированием отвалов и бортов карьера для использования природной и техногенной возобновляемой энергии для снижения негативного воздействия ведения горных работ при повышении их эффектив-

ности;

– разработке рекомендаций по постановке верхних уступов карьера в предельное положение и совмещению во времени добычных работ и эксплуатацию установок по преобразованию солнечной и ветровой энергии, смонтированных на отвалах и верхних уступах карьера.

Результаты исследований использованы в проектах разработки месторождений, являющихся минерально-сырьевой базой ПАО «ММК», расположенных в Челябинской области с суммарным экономическим эффектом от внедрения результатов исследований 47,3млн. руб.

#### **5. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Полученные результаты исследований можно рекомендовать к использованию при проектировании и реконструкции горнотехнической системы с целью обеспечения эффективного совмещения горных работ и мероприятий по рекультивации нарушенных земель при использовании возобновляемых источников энергии в рамках повышения полноты и комплексности освоения участка недр, а также в учебном процессе вузовской подготовки студентов специальности 21.05.04 – Горное дело специализации «Открытые горные работы» и смежных им.

#### **6. Оценить содержание диссертации, ее завершенность.**

*Работа является завершенным научным исследованием*, изложена последовательно, грамотно, доступным языком с использованием современной терминологической базой, принятой в горном деле. Обработку результатов исследований соискатель выполнил при помощи современных компьютерных технологий. Диссертация содержит все компоненты научно-исследовательской работы.

*Структура и объем работы.* Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения и четырех приложений, изложенных на 159 страницах, содержит 88 рисунков, 12 таблиц, 58 формул, список литературы из 142 наименований.

*Качество оформления работы.* Работы выполнена и оформлена на высоком уровне, в соответствие со стандартами, предъявляемыми к оформлению диссертационных работ. Демонстрационный материал выполнен с использованием современных графических компьютерных программ. Таблицы, графики и рисунки легко читаются и воспринимаются. Качество оформления текста, графического материала диссертационной работы, а также ссылок на используемые литературные источники, соответствуют требованиям, предъявляемым к диссертациям.

*Содержание автореферата* полностью соответствует диссертации, раскрывает идею, защищаемые положения, научную новизну и выводы диссертационной работы.

*Публикации по работе.* Основные научные положения и результаты исследований опубликованы в 12 научных работах, из них: 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ; 2 – в изданиях, индексируемых в базах Web of Science и Scopus; 6 – в прочих изданиях, а также зарегистрировано 2 программы для ЭВМ. Печатные работы автора всесторонне и полно освещают основные положения диссертации.

*Апробация работы.* Основные результаты, положения и выводы докладывались и обсуждались на XXIX Международном научном симпозиуме «Неделя горняка» (г. Москва, 2023 г.); XI Международной конференции «Комбинированная геотехнология» (г. Магнитогорск, 2023 г.); 81-й, 82-й Международных научно-технических конференциях «Актуальные проблемы современной науки, техники и образования» (г. Магнитогорск, 2023, 2024 гг.); IV Всероссийской научно-практической конференции «Золото. Полиметаллы. XXI век» (г. Челябинск, 2024 г.).

#### **7. Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, высказать мнение о научной работе соискателя в целом**

Существенным достоинством диссертации является развитие научно-методических ос-

нов комплексного освоения участка недр, включающего месторождение твердых полезных ископаемых при эффективном использовании возобновляемой природной энергии при компенсации негативного влияния открытых горных работ за счет параллельной рекультивации земель, нарушенных горными работами. С целью реализации предлагаемой идеи на практике разработаны технологические схемы изменения результирующего угла откосов верхних уступов карьера и формирования внешних отвалов заданной конструкции и формы в плане, а также аккумулирующих техногенных емкостей, применение которых позволяет концентрировать в заданных областях горнотехнических сооружений солнечную и ветровую энергию с полной компенсацией их непостоянства, использование которых обеспечивает определение на соответствующих этапах освоения месторождений очередности вовлечения в разработку участков северного борта карьера не только с целью вскрытия и подготовки запасов минерального сырья, но и для заблаговременного развития работ для постановки его верхних уступов в предельное положение и выемки горных пород с требуемыми физико-механическими свойствами. Для оценки эффективности применения технологических решений и рекомендаций автором в качестве критерия предложен коэффициент инсоляции горнотехнической системы, являющийся суммой коэффициентов инсоляции карьера и отвала, которые определяются отношением дополнительных объемов вскрыши при выполаживании откосов к создаваемой полезной площади инсоляции, и выступает в качестве критерия оценки эффективности изменения конструкции откоса карьера и отвала.

*Замечания по диссертации:*

1. В диссертации на рисунке 2.2 в, представлена конструкция отвала в качестве аккумулятора тепловой энергии, при этом в выполненных исследованиях данный вопрос не рассматривается.
2. В работе отмечено, что при монтаже и вводе в эксплуатацию солнечных панелей и ветрогенераторов происходит изменение кадастровой стоимости земли, на которой они установлены, требует пояснения механизм изменения кадастровой стоимости земли.
3. Необходимо пояснить, как использовать номограмму для определения изменения объемов горных пород при различных конструкциях и параметрах участка северного борта карьера, что выступает в качестве исходных данных (рис. 3.25 в диссертации).
4. Формулу 3.6 в диссертации и 3 в автореферате следовало упростить.

Указанные замечания не снижают значимость диссертации. Полученные результаты и выводы изложены последовательно в соответствии с решаемой проблемой и задачами и образуют единство сформулированных рекомендаций и положений, выносимых на защиту.

Содержание диссертации, научные положения, основные результаты и выводы соответствуют паспорту специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины (пункты 5 и 17).

#### **8. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней**

Оценивая работу в целом, следует отметить, что она является законченной научно-квалификационной работой, в которой автор на основе выполненных исследований дает принципиально новое решение актуальной научно-практической задачи обоснования параметров открытой геотехнологии, обеспечивающей формирование южных откосов отвалов и верхних уступов северного борта карьера с целью концентрации солнечной и ветровой энергии в ходе развития горных работ для повышения полноты и комплексности освоения участка недр, имеющее важное значение для развития горнодобывающего комплекса России.

Диссертация полностью соответствует требованиям п. 9–14 «Положения о присуждении

ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, и заслуживает положительной оценки, а ее автор, Полинов Андрей Александрович, достоин присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.8. Геотехнология, горные машины.

Официальный оппонент

Доктор технических наук (специальность - 05.26.01 – «Охрана труда (по отраслям)»), профессор кафедры Механики материалов и геотехнологий ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»,

Почтовый адрес: 300012, г. Тула, пр. Ленина, 92

E-mail: ecology\_tsu\_tula@mail.ru

Телефон: +7 (4872) 25-71-06

Качурин Николай Михайлович

(подпись, дата)

Я, Качурин Николай Михайлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Качурин Николай Михайлович

(подпись, дата)

Подпись Качурин Николай Михайловича заверяю:



*мою подпись имеет право заверить*  
*Г.В. Смирнов*