

## АННОТАЦИЯ

диссертационной работы

«Исследование влияния внешних породных отвалов на устойчивость бортов угольных разрезов (на примере Экибастузского месторождения)»,  
представленной на соискание степени доктора философии (PhD)  
по специальности 6D070700 – «Горное дело»

НАРОДХАН ДАШЖАН

**Актуальность проблемы.** Формирования рабочих и стационарных бортов, организация отвалообразования для складирования пород вскрыши и обеспечение устойчивости этих геомеханических объектов на весь период эксплуатации месторождения является одним из основных вопросов при открытой разработке месторождений на рудниках и угольных разрезах. При достаточном объеме выработанного пространства разреза породы складированы во внутренние отвалы, что более технологично и экономично по сравнению с внешним отвалом.

Однако на первых этапах ведения открытых горных работ породы вскрыши складированы во внешние породные отвалы, а зачастую продолжается и после. При безтранспортной системе вскрышных работ и отвалообразования внешние отвалы обычно формируются на относительно небольших расстояниях от бортов разреза. По разным причинам это расстояние определялось только экономическими факторами без учета влияния его на устойчивость борта по мере развития горных работ на разрезе.

Устойчивость бортов разрезов (карьеров), а также отвалов в данном случае внешних связаны непосредственно с общей безопасностью горных работ. Они влияют на принятие многих технологических решений, на их основе определяются предельные углы наклона бортов, рабочая глубина разреза или карьера и т.д.

Что касается безопасности, то опасные деформации горных пород, происходящие из-за деформации отвалов, уступов и бортов разрезов, а также прилегающих к разрезу территорий способны вызвать крупные аварии горно-транспортного оборудования и могут угрожать безопасности работ на разрезах.

В связи с этим рассматриваемая в диссертации вопросы управления устойчивостью рабочих бортов разреза, карьера и внешних породных отвалов на основе комплекса исследований, направленных на достижение такого состояния массива пород, при котором обеспечивается безопасное ведение горных работ и эффективная добыча полезного ископаемого является важной научно-технической проблемой.

**Предмет исследования** – процессы, определяющие формирование геомеханических конструкций угольного разреза (рабочие борта, внешние породные отвалы), а также факторы, влияющие на их устойчивость.

Объектами исследования являются проектируемые и эксплуатируемые рабочие борты угольного разреза и внешние породные отвалы при открытой разработке Экибастузского месторождения.

**Цель** научных исследований в диссертации - разработка и обоснование методических положений определения устойчивости рабочих бортов угольного разреза под действием внешних породных отвалов.

**Идея диссертационной работы** заключается в установлении соотношений и закономерностей взаимосвязанных технологических параметров рабочих бортов карьера с параметрами устойчивости внешнего породного отвала с целью обеспечения безопасной эксплуатации разреза.

**Задачи исследований:** для достижения поставленной цели в настоящей диссертационной работе ставятся и решаются следующие задачи:

- изучение особенностей устойчивости бортов разрезов «Экибастузский» и «Восточный»;
- выделение основных факторов, влияющих на устойчивость бортов;
- выбор и обоснование метода решения задачи устойчивости нагруженных бортов разрезов;
- численное моделирование устойчивости бортов, нагруженных внешними породными отвалами;
- анализ результатов моделирования и разработка рекомендаций для обеспечения устойчивости геомеханических объектов разрезов.

**Методы исследований.** Работа выполнена с анализом открытых литературных источников по теме диссертации, использованием теоретических и экспериментальных методов исследований, численных методов моделирования, с применением современных пакетов прикладных программ для научных исследований.

**Основные научные положения** в диссертации заключаются в следующем:

1. Устойчивое состояние внешнего породного отвала в течении всего периода развития открытых горных работ зависит от ряда факторов. Одним из важных горно-технических факторов является расстояние между верхней бровкой рабочего борта угольного разреза и нижней границей (основанием) внешнего отвала, минимальная безопасная величина которой на основе численного моделирования с использованием МКЭ при генеральном угле наклона борта  $24^{\circ}$  составила 150 м. Приближение отвала к борту на это расстояние приведет к снижению коэффициента запаса устойчивости борта ниже нормативного 1,2 и может вызвать деформацию борта.

2. Распределенные нагрузки от внешних породных отвалов, расположенных непосредственно на бортах, ввиду соизмеримости их размеров с размерами бортов, оказывают более сложное влияние, исключая прямые методы теории предельного равновесия и теории штампа, которые не позволяют исследовать влияние распределенной нагрузки от действия внешних породных отвалов. Достоверная оценка в случаях действия на борты разрезов распределенной нагрузки в виде внешних

породных отвалов требует применения численного моделирования НДС прибортового массива на основе метода конечных элементов.

3. Правильный выбор изначального расположения внешнего отвала позволяет исключить возникновение по мере развития горных работ ситуации опасного влияния отвала на устойчивость бортов в виде разноски рабочих бортов и чрезмерного увеличения высоты отвала. Наибольшая высота отвала при минимальном расстоянии основания отвала от верхней кромки борта, при котором сохраняется устойчивое состояние и борта и отвала, рекомендуется не более 100 м, при этом генеральный угол наклона борта в конечном положении не более  $35^\circ$ ;

4. Выполненные с использованием известных аналитических методов и разработанной специальной прикладной программой расчеты углов наклона рабочего борта разреза, обеспечивающих его устойчивость с определенным коэффициентом запаса устойчивости, по разведочным линиям участков 7 и 8 разреза «Восточный» позволяют для этих участков рекомендовать угол наклона рабочего борта в конечном положении до угольного пласта в пределах  $27-29^\circ$  с коэффициентом запаса устойчивости порядка 1,5-1,6, что не ниже нормативного 1,3.

Обоснованность и достоверность научных положений, вывода и рекомендаций подтверждаются:

- корректной и целенаправленной постановкой задач исследований, достоверностью используемых натуральных данных и горно-геологических условий месторождения;

- применением проверенных теоретических и практических методов численного моделирования и обработки данных;

- апробацией результатов исследований на конференциях, обсуждениях в совещаниях и семинарах, выступлениями в открытой печати.

Научная новизна работы состоит в следующем:

- установлено влияние воздействия внешних породных отвалов на устойчивость прибортового массива при ведении горных работ открытым способом;

- впервые установлены параметры взаиморасположения внешнего породного отвала и рабочего борта для обеспечения их устойчивости в условиях разреза «Экибастузский».

- доказана необходимость использования численного моделирования напряженно-деформированного состояния массива методом конечных элементов для оценки взаимного влияния и устойчивости геомеханических конструкций.

**Практическое значение** полученных в диссертации результатов заключается в том, что использование предлагаемых научных методов исследования взаимовлияния геомеханических конструкций позволяет при проектировании и дальнейшем развитии открытых горных работ принимать обоснованные решения по оптимальной организации вскрышных работ, обеспечивающих безопасность на весь период эксплуатации угольных разрезов.

Связь диссертации с планами НИР. Основные положения диссертационной работы получены при выполнении научных исследований в 2021-2022 гг. при выполнении НИР при НИЦ «ГеоМарк» на тему «Определение безопасных параметров временного внешнего отвалообразования и влияния на рабочие борты «Восточный-1» и «Восточный-2»

**Реализация результатов работы.** В НИЦ «ГеоМарк» при выполнении НИР «Определение безопасных параметров временного внешнего отвалообразования и влияния на рабочие борты «Восточный-1» и «Восточный-2» использованы следующие результаты научных исследований по диссертации:

- методология исследований геомеханического воздействия внешних породных отвалов на устойчивость рабочих или стационарных бортов угольного разреза;

- в процессе исследований и изучения влияния временного отвалообразования на западный борт разреза «Восточный» с учетом заполнения вскрышными породами отведенных земель под временные перегрузочные склады №1 и №2 использованы предложенные в работе рекомендации;

- на основе этих рекомендаций выполнены требуемые расчеты по устойчивости рабочего борта: при высоте временного склада №1 в 135м и отстоянии его от верхней кромки борта на 90м коэффициент запаса его устойчивости составит не менее 1,3, а приближение временного склада №1 к рабочему борту на расстояние менее 90 м при генеральном угле наклона борта 24° может привести к уменьшению коэффициент запаса устойчивости борта ниже нормативного 1,2 и вызвать деформацию борта.

**Апробация работы.** Основные положения работы и результаты выполненных исследований докладывались и получили положительную оценку на научно-технических семинарах кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» (2019-2024) и «Рудничная аэрология и охрана труда» (2019-2024) Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, 2019-2024 гг.), на техническом совете (г. Экибастуз 2019-2023 гг.), на Международных научно-практических конференциях «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Караганда, 2019г., дважды), «XXI ғасырдағы экологияның және адам өмірінің қауіпсіздігінің өзекті мәселелері» (г. Тараз: 2021).

**Публикации по работе:** основное содержание диссертации отражено в 4 печатных статьях, в 4 докладах международных конференций.

1. Народхан Д, Исабек Т.К., Хуанган Н., Зандыбай А. Формирование зон неустойчивости борта угольного разреза под действием распределенной нагрузки// Научный журнал «Устойчивое развитие горных территорий». Владикавказ, 2021.-Т.13.-№4(50).-С.558-563

2. Народхан Д, Исабек Т.К., Ходжаев Р.Р., Хуанган Н. Численное моделирование устойчивости бортов угольных разрезов под действием

распределенных нагрузок // Sustainable Development of Mountain Territories, 2020, 12(3), pp. 428–435, DOI: 10.21177/1998-4502-2020-12-3-428-435.

3. Исабек Т.К., Народхан Д., Хуанган Н., Тажибаев Д.К. О влиянии внешних породных отвалов на устойчивость бортов угольных разрезов // Горный журнал Казахстана, 2020 №11(187), С. 32-36.

4. Исабек Т.К., Народхан Д., Хуанган Н., Тажибаев Д.К. Studying the Coal Pit Side Stability Loaded by an External Dump upon Strength Criteria // Журнал «Труды Университета», Караганды: Изд-во НАО Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, 2022, №2, С.103-107.

**Объем и структура работы.** Диссертационная работа состоит из введения, 4 разделов и заключений и 74 страниц печатного текста, содержит 39 рисунков, 14 таблиц, 42 списка использованных источников, 8 приложений.