

ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСТОЙЧИВОСТЬ  
БОРТОВ КАРЬЕРА

**Хайруллоев Шахзод Шукрилло ўғли**

*магистрант кафедры «Горное дело»,*

*Навоийский Государственный Горный Технологический Университет,*

*Узбекистан, Навоий*

[shaxzodxayrulloev@gmail.com](mailto:shaxzodxayrulloev@gmail.com)

**Суйунов Аброр Салохиддинович**

*магистрант кафедры «Горное дело»,*

*Навоийский Государственный Горный Технологический Университет,*

*Узбекистан, Навоий*

**Аннотация:** При разработке месторождений открытым способом одним из главных проблем, является поддержания бортов карьера. С увеличением глубины карьера эта проблема приобретает важное значение.

Усиленному изучению основ управления массивом горных пород при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом и применению полученных знаний на практике в значительной мере способствует решение задач и примеров по оценке устойчивости откосов бортов отвалов и карьеров.

На современном этапе развития техники и технологии добычи полезных ископаемых открытым способом наблюдается тенденция к увеличению глубины извлечения, а также высоты обрабатываемых уступов, что требует более точного определения параметров устойчивости для обеспечения безаварийного ведения горных работ. Деформации уступов, приводящие к снижению безопасности ведения горных работ, приводят также к большим финансовым затратам на устранение последствий аварийных ситуаций. Несмотря на значительные достижения в области оценки устойчивого состояния приконтурного породного массива, до настоящего времени не разработаны методы учета влияния интенсивности трещиноватости на итоговое значение коэффициента устойчивости борта. Отсутствие экспрессметодик оценки степени трещиноватости откоса уступа и введения полученных данных в расчетные схемы для уточнения параметров устойчивого борта приводит к принятию неоптимальных параметров устойчивости.

RESEARCH AND ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE STABILITY OF QUARRY  
BOARDS

**Annotation:** *When developing deposits in an open-pit way, one of the main problems is maintaining the sides of the quarry. As the depth of the quarry increases, this problem becomes important.*

*The enhanced study of the basics of rock mass management in the development of mineral deposits in an open manner and the application of the knowledge gained in practice is greatly facilitated by solving problems and examples to assess the stability of the slopes of the sides of dumps and quarries.*

*At the present stage of development of open-pit mining technology and technology, there is a tendency to increase the extraction depth, as well as the height of the worked ledges, which requires a more precise determination of stability parameters to ensure trouble-free mining operations. Deformations of ledges, which lead to a decrease in the safety of mining operations, also lead to large financial costs for eliminating the consequences of emergency situations. Despite significant achievements in the field of assessing the stable state of the contiguous rock mass, methods for taking into account the effect of fracture intensity on the final value of the stability coefficient of the side have not yet been developed. The absence of express methods for assessing the degree of fracturing of the slope of the ledge and the introduction of the obtained data into the calculation schemes to clarify the parameters of the stable side leads to the adoption of suboptimal stability parameters.*

**Annotatsiya:** *Konlarni ochiq usulda qazib olishda asosiy muammolardan biri bu karerning yon tomonlarini saqlab qolishdir. Karyera chuqurligining oshishi bilan bu muammo muhim ahamiyat kasb etadi.*

*Foydali qazilmalar konlarini ochiq usulda qazib olishda tog 'jinslari massivini boshqarish asoslarini va olingan bilimlarni amalda qo 'llashni o' rganishning kuchaytirilgan o 'rganilishiga ko' p darajada uyumlar (ag`darmalar) va karerlar yon bag'irlari barqarorligini baholash bo 'yicha vazifalar va misollarni hal etish ko' maktashadi.*

*Ochiq usulda qazib olish texnikasi va texnologiyasini rivojlantirishning hozirgi bosqichida qazib olish chuqurligini, shuningdek, ishlov beriladigan pog'onalarining balandligini oshirish tendentsiyasi kuzatilmoqda, bu esa muammosiz qazib olishni ta'minlash uchun barqarorlik parametrlarini aniqroq aniqlashni talab qiladi. Tog ' - kon ishlarining xavfsizligini pasayishiga olib keladigan bortlarning deformatsiyalari, shuningdek, favqulodda vaziyatlarning oqibatlarini bartaraf etish uchun katta moliyaviy xarajatlarga olib keladi. Konturli tog ' jinslarining barqaror holatini baholash sohasidagi muhim yutuqlarga qaramay, hozirgi kunga qadar yoriqlar intensivligining yon barqarorlik koeffitsientining yakuniy qiymatiga ta'sirini hisobga olish usullari ishlab chiqilmagan.*

**Ключевые слова:** *напряженное состояние пород, уступ, массив горных пород, борт, прочность пород.*

**Keywords:** *stress state of rocks, ledge, rock mass, side, rock strength.*

**Kalit so'zlar:** *tog 'jinslarining stress holati, qirg'oq, tog' jinslari massivi, bort, tog' jinslarining mustahkamligi.*

Исследование, направленное на обеспечение устойчивости откосов уступов и бортов карьеров в условиях ведения горных работ в породах, нарушенных естественными и техногенными системами трещин, позволит повысить полноту отработки месторождений и безопасность ведения горных работ. При расчетах устойчивости борта карьера, как правило, используют методику расчета, базирующуюся на теории предельного равновесия. На ее основе разработано множество решений для различных горнотехнических и горно-геологических условий освоения месторождений полезных ископаемых. Вместе с тем остается не в полной мере изученным механизм разрушения пород и формирование оползневых процессов. Решение этих вопросов требует применения модельного подхода с реализацией нелинейной задачи о напряженно-деформированном состоянии прибортового массива. Здесь возникают сложности, связанные с определением физико-механических свойств массива горных пород. Дело в том, что прочностные показатели ряда литотипов, которыми сложены породные комплексы, в достаточной мере известны применительно к размеру образцов. Какие значения коэффициентов необходимо использовать при расчетах массива горных пород – вопрос весьма актуальный.

На устойчивость откосов оказывают влияние многочисленные факторы: геологические, гидрогеологические и горно-технические, а также климатические условия. Характерная характеристика снижения устойчивости. Приоткосная часть уступа - это изменение прочностные характеристики при контакте с трещинами. Однако сложности в определении этих характеристик. В природных условиях их не разрешают использовать. В качестве критерия оценки устойчивости откоса бортов.

Устойчивость откосов борта уменьшается с уменьшением характеристик сопротивления сдвигу (внутреннего трения и сцепления), увеличением трещиноватости пород а также количества геологических нарушений.

Образование поверхностей скольжения и их положение в массиве в значительной степени зависит от ориентировки поверхностей ослабления, в том числе слоистости, сланцеватости, тектонической нарушенности; эти факторы зачастую являются решающими при оценке устойчивости откосов.

Существенное влияние на устойчивость откосов также могут оказать водоносные слои пород (горизонты), водоемы, открытые и подземные водотоки вблизи карьера. Следует иметь в виду, что гидростатическое давление, действующее на поверхность скольжения, уменьшает нормальную

составляющую веса пород, что ведет к уменьшению сил трения и, в конечном счете, к снижению степени устойчивости откосов.

Климатические условия района месторождения влияют на выветривание пород, уменьшение их прочности и устойчивости в откосах.

На устойчивость уступов и бортов карьеров оказывают влияние и горнотехнические условия: высота бортов и уступов, углы откосов, ширина площадок, конфигурация бортов в плане и в разрезе, подземные горные выработки, способ производства буровзрывных работ.

На устойчивость отвалов существенное влияние оказывают угол наклона площадки основания отвала, обводненность пород основания и отвальных масс, технология формирования отвалов.

Физико-механические свойства массива определяются в процессе изучения породных образцов. Породный массив представляет собой систему со сложной иерархией, где объемы более крупного масштаба оказываются менее прочными и более подверженными деформациям, поскольку включают более крупные поверхности ослабления. Наблюдается тенденция увеличения деформируемости и уменьшения прочности с увеличением площади исследуемого породного массива. Такая зависимость называется масштабным эффектом в массиве. Наличие структурных неоднородностей существенно осложняет задачу определения физико-механических параметров в массиве.

Для решения этого вопроса приходится увеличивать размеры породных образцов, но не более размеров, определяемых техническими характеристиками силовых установок. При этом образцы породного массива максимально возможных размеров (обычно не более  $0,1 \text{ м}^3$ ) при лабораторных испытаниях остаются меньше элементарного блока даже относительно однородных массивов, и, следовательно, в результате лабораторного эксперимента не представляется возможным оценить механические свойства массива. Показатель устойчивости каждой породы должен отражать прочность по сцеплению не в куске, а в массиве. Это может быть комплексно учтено коэффициентом ослабления, выражающим отношение сцепления в массиве к сцеплению в элементарном структурном блоке (в образце) либо отношение сопротивления сжатию в массиве к сопротивлению сжатия в образце. На прочностные характеристики трещиноватого массива свое влияние оказывает фактор интенсивности трещиноватости, который выражается количеством трещин в единице длины. Для уточнения параметров устойчивого борта предварительно производят фотографирование с перекрытием снимков участка обнажения трещин с целью масштабирования получаемых изображений в пределах каждого снимка устанавливается рейка (складной метр, вешка и т.п.). Обработка производится при помощи таких программных продуктов, как AutoCad или MapInfo: измеряются горизонтальные расстояния между следами трещин, полученные данные усредняются.

Основные факторы, влияющие на устойчивость бортов карьера:

1. Физико-механические свойства горных пород являются одним из наиболее важных факторов устойчивости бортов, так как они определяют напряжённое состояние в бортах карьера под действием внутренних и внешних нагрузок, из которых наибольшее значение имеет – главное касательное напряжение. Наиболее важными свойствами пород, влияющих на устойчивость, являются плотность, пористость, трещиноватость.

2. Наличие и характер расположение бортов карьера по отношению к поверхностям ослабления. К поверхностям ослабления относятся: контакты различных слоёв горных пород, тонкие прослойки, особенно отличающиеся от окружающих пород физико-механическими свойствами, сильно обводнённые тонкие слои, трещины в массиве горных пород.

3. Размеры и форма карьерного поля оказывают влияние на устойчивость бортов. Особенно сильно влияет глубина карьера. С её увеличением резко возрастает усилие, сдвигающее породы в сторону выработанного пространства.

4. Влияние природных вод проявляется в деформациях бортов, откосов уступов и отвалов, а также в снижении качества и полноты выемки.

5. Ведения буровзрывных работ в карьере оказывает воздействие на борта карьера: сейсмическое; распространение ударно-воздушных волн;

Таблица 1—Классификация бортов карьера.

Вид деформации	Происхождения	Особенность
Обрушение	Завышение угла откоса или высоты борта. Наличие разделительных трещин.	Отрыв и быстрое смещение больших объемов породных масс, слагающих откос, активная стадия происходит практически мгновенно.
Осыпь	Выветривание. Влияние взрывов.	Отрыв отдельных частиц, кусков породы и скатывание их к подошве уступа.
Оползень	Наличие в толще породы пластичных прослоек и слабых контактов. Обводнение пород	Отрыв и медленное перемещение породных масс по поверхности скольжения под влияние силы тяжести.
Просадки	Увлажнение высокопористых отложений. Уплотнение отвалов или засыпанных карьеров.	Вертикальное опускание прибортовых участков рыхлых пород без образования поверхности скольжения.
Оплывины	Отсутствие водоотводящих устройств. Интенсивное выпадение атмосферных осадков.	Перемещение потока насыщенных водой рыхлых породных масс.

Горные и геофизические факторы объективны и обладают специфическими особенностями для каждой скважины. По характеру воздействия на производительность карьеры они могут быть разделены на факторы непосредственно влияющие на производительность карьеры по полезным ископаемым. При этом сокращение содержания приводит к росту, а сокращение площади рудного тела приводит к уменьшению производительности рудного производства. Гидрогеологические и геомеханические условия ведения работ влияют на угол откоса борта карьера, с уменьшением которого объемы вскрышных пород и соответственно требуемая производительность карьера по вскрыше увеличиваются. Во второй группе факторов, в том числе физические и механические свойства горной породы, влияют на производительность карьеры через производство оборудования и техники. Эти факторы являются неуправляемыми факторами, однако их воздействие на производительность карьеры может в какой-то степени компенсироваться различными технологиями, техникой и организационной техникой. Так, например, увеличение прочности пород компенсируется ростом энергетических затрат на их взрывное дробление, влияние обводненности месторождения на устойчивость бортов – предварительным осушением горного массива, а снижение производительности оборудования – увеличением его мощности или количества.

Важная особенность технологического и технического фактора заключается в том, что в отличие от природного фактора они управляются в определенных диапазонах изменений. Такая устойчивость указанных факторов основана на возможностях внедрения высоких производительных погрузочных машин, совершенствование параметров разработочных систем, схем скрытности и карьерные транспортные системы. Поэтому, используя комплекс управленческих действий, можно существенно компенсировать негативные последствия на глубине разработки и достаточно долго сохранить карьеру в установленной степени продуктивности.

Наряду с этим необходимо отметить следующее что физико-технические факторы, определяющие возникновение геомеханического процесса в бортовой и отвальной массиве, делятся на природные, горные и технические факторы. На сегодняшний день происходит тенденция к увеличению глубины карьеры, что напрямую сказывается на устойчивости уступов, а также на бортах карьеры. Чтобы решить эту проблему, необходимо изучить и полную информацию о недрах.

Заслуживает быть отмеченным, тенденция снижения ширины и расширения глубины разработки усиливается временной консервацией отдельных участков бортов, которые помогают регулировать режимы горных работ и переносом части объема вскрыши на более отдаленные периоды.

Поэтому наличие временной нерабочей площадки на рабочей площадке является обычным явлением в глубоком карьере, особенно когда рабочие корабли подходят к предельному контуру, когда объем вскрышной работы достигает максимального значения.

Анализируя основные недостатки теории, практики глубокого карьерного строительства, очевидно выяснилось необходимость разработки стратегии развития его эволюции до технически достижимых границ и развития его подсистем – поддерживается график капитальных инвестиций с определением финансовых источников и погашение заемных денежных средств. В результате изучения был получен материал, анализ которого позволил заключить, что мощность производства различных стадий существования такого карьерного комплекса должна сочетаться с горным и экономические возможности предприятия.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Баклашов И.В. Деформирование и разрушение породных массивов. М.: Недра, 1988. 271 с.
2. Мустафин М.Г. Геомеханическая модель системы «выработка – вмещающие породы» и ее использование при прогнозировании динамических проявлений горного давления // Горная геомеханика и маркшейдерское дело / ВНИМИ. СПб, 1999. С.93-98.
3. Мустафин М.Г. Механизм и энергия разрушения прочного слоя в почве подготовительной выработки М.Г.Мустафин, И.М.Петухов // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: Изд-во МГГУ, 2002. № 10. С. 36-41.
4. Шеметов П.А. Повышение эффективности использования георесурсного потенциала при разработке крутопадающих месторождений сложного строения / Дисс. ... докт. техн. наук. –Навои, 2006. – 249 с.
5. Лель Ю.И., Смирнов В.П. Теория карьерного большегрузного автотранспорта. – Екатеринбург: РАН УрО ИГД, 2002. – 355 с.
6. Ржевский В.В. Открытые горные работы: Ч. II. Технология и комплексная механизация. – М., 2010. – 549 с.
7. Методические указания по определению углов наклона бортов откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. – СПб, 2012. – 162 с.
8. Акишев А.Н., Бокий И.Б. К вопросу возможности увеличения угла наклона борта карьера в условиях криолитозоны // Горный информационно - аналитический бюллетень, 2014. - №8. - с.35-39.