



# ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД С ГЛУБИНОЙ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПАРАМЕТРЫ УСТОЙЧИВЫХ ОТКОСОВ КАРЬЕРА МУРУНТАУ

**Кадиров В.Р.**  
**Абдумаликов Ж.Х.**  
**Равшанов З.Я.**

Ташкентский государственный технический университет  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17428415>

## ARTICLE INFO

Received: 21<sup>st</sup> October 2025

Accepted: 22<sup>nd</sup> October 2025

Online: 23<sup>rd</sup> October 2025

## KEYWORDS

Пористость, модуль  
упругости, удельной  
теплоемкость, предел  
прочности, коэффициент  
размягчения, набухаемость,  
размокаемость.

## ABSTRACT

*В статье приведено исследования физико-механических свойств горных пород на основе проб, взятых из глубоких скважин в условиях месторождения Мурунтау, а также его анализ. Приведены способ и методика определения в лабораторных условиях. В основном определено предел прочности при растяжении, предел прочности при сжатии, коэффициент крепости по шкале М.М. Протодьяконов и другие показатели. Полученные результаты представлены в табличном виде. В результате полученных значений можно увидеть состояние бортового массива и его влияние на устойчивость бортов карьера..*

**Введение.** Главной целью испытания горных пород является изучение и установление физико-механических свойств пород массива и нарушающих его поверхностей ослабления, от которых преимущественно зависит механизм разрушения.

Основными определяемыми свойствами пород в горном производстве для целей геомеханики, являются испытания для определения объемной массы, влажности, сопротивления на одноосное сжатие и растяжение. Помимо этого, определяют пористость, модуль упругости, коэффициент Пуассона, набухаемость и размокаемость, сцепление и угол внутреннего трения, а также сдвиговые характеристики по поверхностям ослабления. К специальным видам анализа относят определение прочностные свойства при срезе и изгибе, абразивности, удельной теплоемкости и др.

**Методология.** Лабораторные испытания образцов пород выполнялись для получения значений прочности элементов пород на объекте. Следует заметить, что полученные значения лабораторных испытаний в любом случае будут отличаться от значений тех же испытаний в натуре из-за влияния структурных особенностей приконтурных пород.

Величина критических сжимающих или растягивающих напряжений, при которых порода разрушается, характеризует предел прочности на сжатие и растяжение.

Прочностные свойства зависят, прежде всего, от минерального состава и строения горной породы и связи ее частиц.

Предел прочности пород на сжатие определяется путем раздавливания образцов правильной формы - кубиков горных пород под прессом. Изготовление образцов правильной геометрической формы - трудоемкий и длительный процесс. Из трещиноватых нарушенных пород такие образцы практически невозможно изготовить.

Предел прочности определяли в лаборатории института «ГИДРОИНГЕО» методом соосных Пуансонов. При изготовлении цилиндров из кернов очень часто происходило их разрушение, т.к. практически все они были трещиноватыми и раскалывались в процессе распиловки. Из одного керна вообще не было выхода цилиндров. С большим трудом удалось получить необходимое для исследований количество цилиндров [1].

Предел прочности на сжатие подсчитывали путем деления величины усилия Пуансона на площадь сечения образца.

$$\sigma_{сж} = \frac{P_{max}}{F}, \quad (1.1)$$

где  $\sigma_{сж}$  - предел прочности на сжатие, кг/см<sup>2</sup>;

$P_{max}$  - максимальная разрушающая сила при сжатии, кг;

$F$  - площадь образца породы, см<sup>2</sup>.

Предел прочности на растяжение также определяли методом соосных Пуансонов.

Образец устанавливали так, чтобы торцовые поверхности Пуансонов точно прилегали к заполненным отверстиям в образце. Нагрузки плавно повышали до разрыва образца этой массой. Предел прочности на растяжение подсчитывали путем деления разрушающего усилия на площадь сечения, определенную в зависимости от размеров образца и диаметра Пуансона [2,3].

**Результаты и выводы.** Для изучения трещиноватости пород карьера и получения достоверных результатов произведено бурение глубоких скважин. Полученные результаты испытаний образцов приводятся в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Результаты физико-механических свойств горных пород месторождения Мурунтау по кернам

Место отбора (интервал опробования )	Предел прочности при растяжении, МПа	Предел прочности при сжатии, МПа		Коэф. размягчения	Коэф. крепости по проф. Протодьяк онову
		В естественном состоянии	В водонасыщенном состоянии		
1	2	3	4	5	6
Скважина 11909 169,0-170,5м	7,2	63,1	66,3	0,91	7,3
		82,4			
Скважина 11909	6,2	72,5	81,6	0,91	7,7
	9,4	93,7	59,2		

Место отбора (интервал опробования)	Предел прочности при растяжении, МПа	Предел прочности при сжатии, МПа		Коэф. размягчения	Коэф. крепости по проф. Протодюкову
		В естественном состоянии	В водонасыщенном состоянии		
1	2	3	4	5	6
274,0-276,5м		66,1			
Скважина 11909 376,0-379,0м	5,7	72,4	64,1	0,88	7,4
	6,1	81,3	72,8		
Скважина 11909 444,0-447,0м	6,6	92,1	64,5	0,91	8,3
		74,3	86,5		
Скважина 11909 547,0-548,5м	8,1	75,2	68,4	0,92	8,8
	9,6	104,1	93,2		
		83,6	79,5		
Скважина 12013 99,5-101,5м	5,0	63,2	55,1	0,89	7,1
	6,4	71,4	64,5		
		79,7	71,2		
Скважина 12013 210,0-213,0м	7,2	73,8	65,1	0,90	7,2
	6,1	82,5	77,2		
		60,4	53,3		
Скважина 12013 402,0-404,0м	6,9	75,2	68,7	0,93	8,8
	8,7	103,1	95,1		
		84,3	79,4		

Полученные результаты показывают, что от 70 до 100 м глубины породы разбиты от действий взрывных работ. С, приблизительно, глубины от 100 м до 200 м трещиноватость пород уменьшается, ниже 120 м образуются участки выхода керна. Однако, эти керны очень хрупкие и при небольшой нагрузке быстро рассыпаются. На глубине около 200 м появляется первые стабильные керны.

Определенные показание в лабораторных условиях показывает, что массив сильно ослаблено, и эти значение могут влияет на устойчивости устойчивых бортов карьера.

#### Список использованной литературы:

- 1.Кадиров В.Р. Исследование геомеханического состояния устойчивости бортов глубоких карьеров // диссертационная работа. Т.: 2021. – С.17-19.
- 2.Рахимов В.Р., Марков А.В. Геомеханика. – Ташкент, 2007.– С 56-84.
- 3.Кадиров В.Р. Результаты изучения трещиноватости на глубоких карьерах. – ТГТУ. Ташкент, 2018. – С 134.

- 4.Кадиров В. Р. и др. Обоснование и выбор расчетных геомеханических моделей //European Scientific Conference. – 2020. – С. 39-43.
- 5.Rahmatjonovich M. D., Rakhimovich K. V. Assessment of the stability of quarry boards using the “USTOI” program //ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2020. – Т. 10. – №. 6. – С. 919-926.
- 6.Mahmudov D. R. et al. Research of the influence of technological factors on the state of the sides of deep quarries //Technical science and innovation. – 2020. – Т. 2020. – №. 3. – С. 121-129.
- 7.Kadirov V. R. et al. Karyer bortlari turg ‘unligining geomexanik holatini baholashda tektonik omillar ta’sirining tahlili //Central Asian Journal of Academic Research. – 2024. – Т. 2. – №. 11-1. – С. 106-110.
- 8.Кадиров В. Р. и др. Влияние тектонических блоков на устойчивости бортов глубоких карьеров //Barqarorlik va yetakchi tadqiqotlar onlayn ilmiy jurnali. – 2022. – Т. 2. – №. 9. – С. 246-251.
- 9.Kadirov V. et al. Study on the influence of the deformation zones of the quarry sides on the rock mass movement //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – Т. 304. – С. 02002.

