

УДК 624.131.1.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ ПАРАМЕТРОВ СКЛАДИРОВАНИЯ ОТВАЛОВ НА СКЛОНАХ ПРИ ОСВОЕНИИ НАГОРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**Асилова З.А.<sup>1</sup>, Никольская О.В.<sup>2</sup>, Усенов К.Ж.<sup>3</sup>, Джакупбеков Б.Т.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Международный университет имени К.Ш.Токтомаматова, Кыргызстан

<sup>2</sup>Институт машиноведения, автоматике и геомеханики НАН КР,

<sup>3</sup>Жалал-Абадский государственный университет имени Б.Осмонова,

<sup>4</sup>Институт машиноведения, автоматике и геомеханики и освоения недр  
НАН КР

При разработке месторождений полезных ископаемых будь то открытым способом, подземным способом или комбинированным, немаловажную часть составляет складирование вскрышных пород, т.е. отвалообразование, при этом выбор места под отвалами является основной частью, чтобы безопасно складировать пустые породы как при эксплуатации месторождения, так и после ее завершения. В данной статье приведены результаты анализа, какие основные факторы необходимо учитывать при выборе места под отвал, в особенности если месторождение полезных ископаемых расположено в гористой местности.

**Ключевые слова:** отвал, безопасное место, горный рельеф, склон, геологическая среда, деформация, устойчивость.

## **ТООЛУУ КЕНДЕРДИ ӨЗДӨШТҮРҮҮДӨ ТОО ЭТЕКТЕРИНДЕ ТӨГҮНДҮЛӨРДҮ ЖЫЙНООНУН КООПСУЗ ПАРАМЕТРЛЕРИН АНЫКТОО**

**Асилова З.А.<sup>1</sup>, Никольская О.В.<sup>2</sup>, Усенов К.Ж.<sup>3</sup>, Джакупбеков Б.Т.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>К. Ш. Токтомаматов атындагы эл аралык университет

<sup>2</sup>КР УИАнын Машина таануу, автоматика жана геомеханика институту,

<sup>3</sup>Б. Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университети,

<sup>4</sup>КР УИАнын Машина таануу, автоматика жана геомеханика институту

Пайдалуу казындылардын кендерин иштетүүдө ачык ыкмада болобу, жер астындагы ыкмада болобу же аралаш ыкмада болобу, ачуу тектерди кампалоо маанилүү бөлүгүн түзөт, б.а. төгүндүлөрдүн пайда болушу, мында кен чыккан жерди эксплуатациялоодо да, ал аяктагандан

кийин да бош тектерди коопсуз топтоо үчүн негизги бөлүк болуп саналат. Бул макалада талдоо жыйынтыктары берилген, өзгөчө пайдалуу кен чыккан жер тоолуу аймакта жайгашкан болсо, кайсы негизги факторлорду эске алуу зарыл.

**Баштапкы сөздөр:** төгүндү, коопсуз жер, тоо рельефи, эңкейиш, геологиялык чөйрө, деформация, туруктуулук.

## **DETERMINATION OF SAFE PARAMETERS OF LANDFILL STORAGE ON SLOPES DURING THE DEVELOPMENT OF UPLAND DEPOSITS**

**Asilova Z.A.<sup>1</sup>, Nikolskaya O.V.<sup>2</sup>, Usenov K.J.<sup>3</sup>, Dzhakupbekov B.T.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>K.Sh. Toktomamatov International University

<sup>2</sup>Institute of Mechanical Engineering, Automation and Geomechanics of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

<sup>3</sup>Jalal-Abad State University named after B. Osmonov

<sup>4</sup>Institute of Mechanical Engineering, Automation and Geomechanics of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

When developing mineral deposits, whether by an open method, underground method or combined, an important part is the storage of overburden, i.e. dumping, while choosing a place under the dumps is the main part in order to safely store waste rocks both during the operation of the deposit and after its completion. This article presents the results of an analysis of what main factors should be taken into account when choosing a dump site, especially if the mineral deposit is located in a mountainous area.

**Keywords:** dump, safe place, mountain relief, slope, geological environment, deformation, stability.

Отвалообразование при освоении нагорных месторождений является одной из сложных проблем при складировании отвалов вскрышных пород на горных склонах. Обязательным условием отвалообразования является обеспечение производственной и экологической безопасности.

Вопросами безопасного складирования отвалов посвящены работы Еремина Г.М., Кутепова Ю.И., Рыбина В.В., Агафонова А.А. и др. В большинстве которых рассматриваются отвалы, размещенные на горизонтальной поверхности.

Деформации в отвале зависят от инженерно-геологических особенностей пород отвалов и их оснований, таких как:

- степень дробления пород;
- естественное разделение пород на фракции и самовыполаживание отвальных откосов;
- изменение прочностных характеристик пород в отвале во времени (сопротивление сдвигу увеличивается в связи с уплотнением или снижается при увлажнении пород насыпи и основания);
- возникновение в водонасыщенных породах отвалов и их оснований порового давления, являющегося существенным фактором развития оползней различных типов.

Важным фактором, определяющим параметры отвалов, является рельеф основания и тип породы, залегающей в подошве отвального массива. Устойчивость отвалов, размещаемых на прочном основании, определяется, прежде всего, сопротивлением сдвигу слагающих их пород. (2)

На устойчивость отвалов наибольшее влияние оказывают и атмосферные осадки, и колебания температуры воздуха. Из технологических факторов, влияющих на устойчивость отвалов важнейшими являются высота и конфигурация отвальных откосов, длина и скорость подвигания отвального фронта, темп отсыпки отвала. (1,3,4). Схемами отсыпки (фронтальной или блоковой) предопределяется характер процессов уплотнения породных масс отвалов и их прочностные свойства. А также на устойчивость отвала оказывают влияние:

- Рельеф поверхности, на которую отсыпаются вскрышные породы
- Атмосферные осадки и высота снежного покрова
- Сезонные колебания температуры
- Физико-механические свойства пород основания отвалов

- Состав и свойства, в том числе влажность, складированных в отвал пород;
- Геометрические параметры отвала.

В качестве примера выбора и обоснования места для размещения отвалов вскрышных пород на склоне рассмотрим месторождение «Чаарат» в Кыргызстане. В процессе вскрышных работ при разработке месторождения «Чаарат» в пределах рудной зоны Тюлькубаш суммарный объем вскрышных пород планируется свыше 20,0 млн. м<sup>3</sup>.

**Рельеф поверхности, на которую отсыплются вскрышные породы.** Отвал планируется разместить на склоне в непосредственной близости от карьера в сухом сае в пределах высотных отметок склона 3050-2505м. Поверхность склона имеет наклон 17° в верхней части и 14° в нижней его части. Протяженность сая составляет 450м. Угол наклона поверхности составляет 25-31°. Общий вид склона, на котором планируется разместить отвал, показан на рис.1.

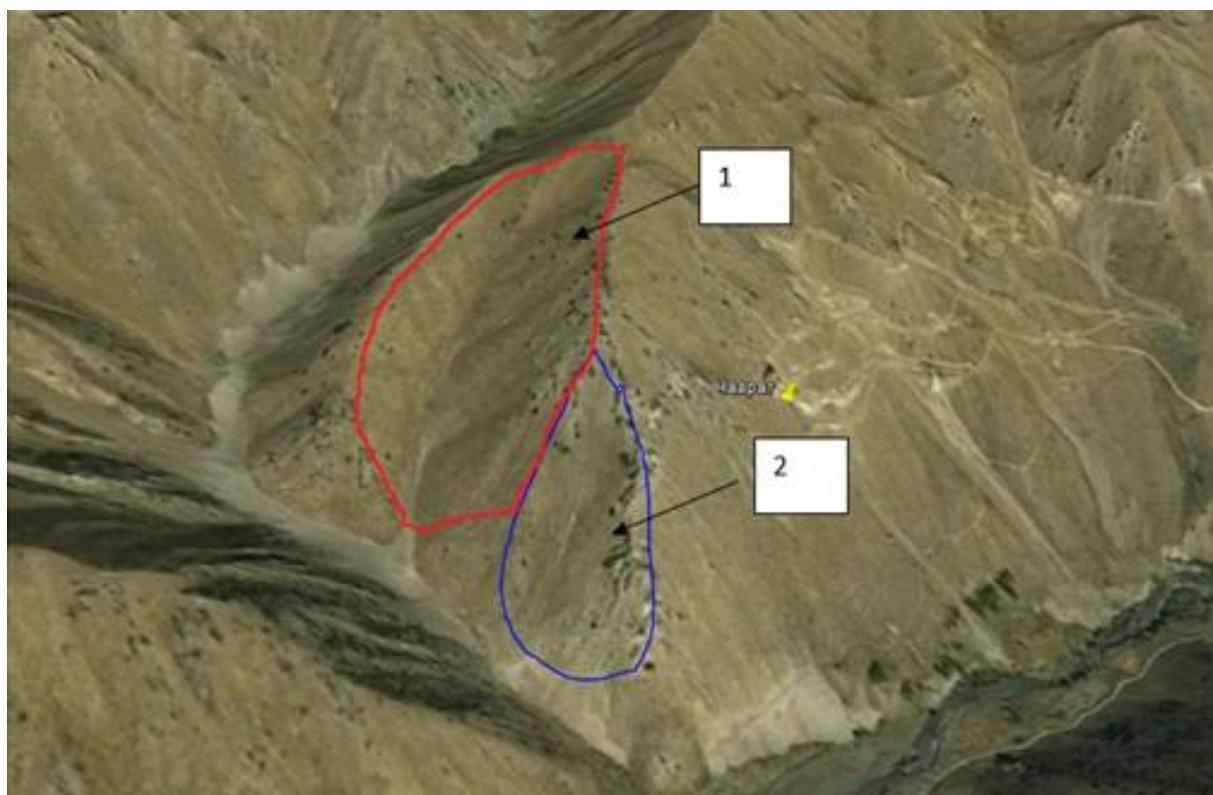


Рис. 1. Местоположение складирования вскрышных пород  
1-основной отвал; 2- дополнительный

### **Количество атмосферных осадков и температура воздуха.**

Среднемесячная температура воздуха в районе показана на диаграмме (рис.2)

Абсолютный максимум отрицательных температур зарегистрирован  $-38^{\circ}\text{C}$ , Абсолютный максимум положительных температур  $+38^{\circ}\text{C}$ . Снежный покров формируется в первых числах декабря снег лежит практически до апреля месяца. Вес снежного покрова на  $1 \text{ м}^2$  составляет 22,6 МПа. Нулевая изотерма зарегистрирована на глубине 1,60-1,80 м от поверхности.

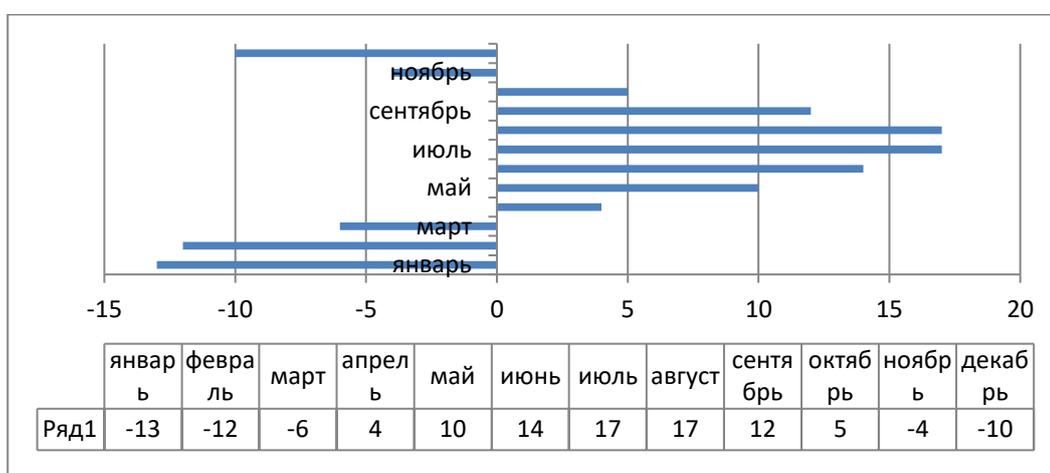


Рис. 2. Среднемесячные значения температуры воздуха в одном из месторождений Кыргызстана

*Расчетные геометрические параметры отвала, при которых обеспечивается его устойчивость на склоне.* Важным параметром отвала, при котором обеспечивается безопасность отвалообразования, является его высота. Достоверность расчета высоты отвала на склоне определяется такими параметрами как объемный вес пород в отвале угол внутреннего трения этих пород, угол откоса отвала. Так как складирование пород планируется производить не на горизонтальной площадке, а на склоне в расчет введены такие параметры как угол наклона основания. Для определения высоты отвала приняты следующие наиболее неблагоприятные исходные параметры пород отвала (см табл.1).

Таблица 1. Расчетные данные для определения геометрических параметров основного отвала

| <b>Расчетные данные</b>               | <b>Значения</b> |
|---------------------------------------|-----------------|
| Объемный вес пород, кг/м <sup>3</sup> | 2100            |
| Насыпной вес, кг/м <sup>3</sup>       | 1170,00         |
| Плотность, кг/м <sup>3</sup>          | 2140            |
| Сцепление, МПа                        | 0,04            |
| Угол внутреннего трения               | 38              |
| Коэффициент трения                    | 0,78            |

Параметры отвала определяли в пределах выбранной территории по 6 расчетным сечениям: горизонтальным А-А, В-В, С-С, D-D, E-E и одному сечению F-F, выбранному непосредственно по дну сая. Исходные геометрические параметры для расчета объема отвала приведены в таблице 2. (5)

Таблица 2. Исходные данные для расчета параметров основного отвала

| <b>Исходные параметры</b>             | <b>Значения</b>                       |                                     |
|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| объем вскрышных пород, м <sup>3</sup> | 40000000                              |                                     |
| коэффициент разрыхления               | 1,8                                   |                                     |
| планируемый вес вскрышных пород, т    | 775000000                             |                                     |
| длина сечения по падению, м           | 442,5                                 |                                     |
|                                       | <b>Крутизна склона по простиранию</b> | <b>Длина сечения по простиранию</b> |
| сечение А-А                           | 24                                    | 87,5709                             |
| сечение В-В                           | 31                                    | 93,33067                            |
| сечение С-С                           | 23                                    | 76,04523                            |
| сечение Д-Д                           | 28                                    | 101,9313                            |
| сечение Е-Е                           | 28                                    | 54,36336                            |

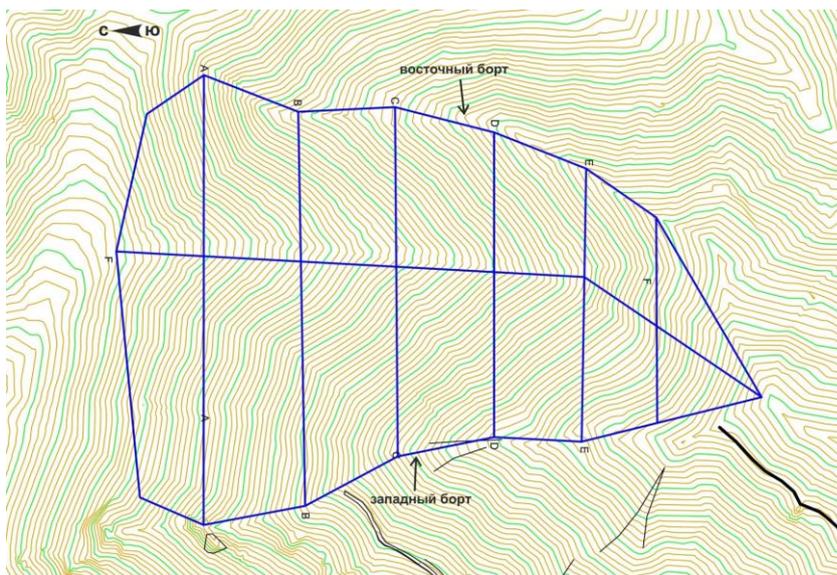


Рис. 3. Поверхность основания основного отвала (топооснова с нанесёнными границами отвала).

Учитывая, что на отведенной площади необходимо разместить не менее 20 млн.м куб вскрышных пород были проведены несложные эксперименты по уплотнению раздробленных пород. В результате было установлено, что объем отвала после уплотнения можно увеличить до 40% и разместить до 5 млн м куб. Общий объем отвала увеличится до 17,4 млн.т. м куб. кроме этого после уплотнения пород увеличивается и их сопротивление сдвигу (рис.3). (6)

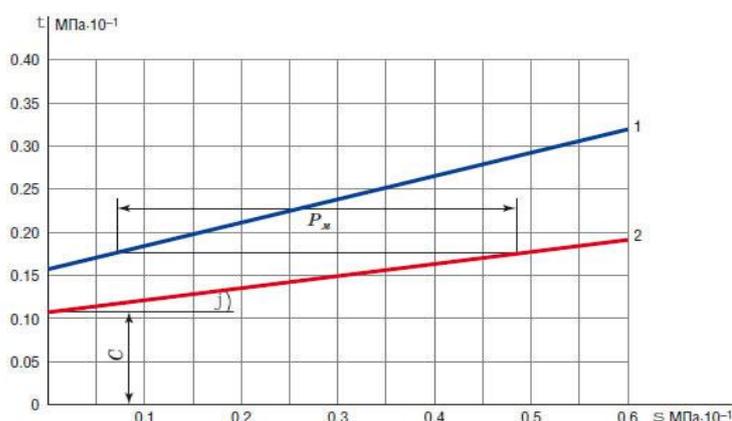


Рис. 4. График сопротивление сдвигу пород отвала при различной степени уплотнения.

1- степень уплотнения 0,4; 2 –без уплотнения

Расчетный коэффициент устойчивости отвала должен быть не меньше 1,5. Такой коэффициент устойчивости отвала необходим для

предотвращения аварий или создания угрозы для обслуживающего отвалы персонала.

В качестве общего критерия опасных деформаций в пределах призмы возможного обрушения предлагается считать скорость деформаций превышающих 50 см/сут.

### **Выводы:**

По результатам изучения процесса отвалообразования пустых пород на склоне получены следующие общие выводы:

- Безопасные параметры отвалов зависят от многих факторов, доминирующим из которых является рельеф местности.

- Для повышения достоверности определения устойчивости отвалов необходимо дополнительное изучение физико-механических свойств отвальной массы и реологических изменений, а также организация системы мониторинга устойчивости отвалов.

- Установлено, что значения общего угла наклона борта карьера завышены в соответствии с расчетными значениями коэффициента устойчивости.

- Выявлены основные факторы, влияющие на устойчивость отвалов на склонах и развитие деформаций

По результатам расчета устойчивости отвала месторождения Чаарат получены следующие выводы и рекомендации.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Всесоюзные нормы технологического проектирования предприятий нерудных строительных материалов: Министерство промышленности строительных материалов СССР, 20.12.85 г.]. - Л.: Стройиздат. - 1988. — 78 с.
2. Ломтадзе Д.В. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. Л. Недра. 1977.479 с.
3. Сергеев Е.М. Инженерная геология. М: Изд-во МГУ.1982, 248 с.
4. Сергеев Е.М. Проблемы инженерной геологии в связи с охраной и рациональным использованием геологической среды. Вестн. МГУ. Серия 4. Геология. 1987. №5. с.77-86

5. Осмонова Н.Т., Асилова З.А., Усенов К.Ж. Применение средств информационных технологий при изучении напряженно-деформированного состояния подкарьерных массивов горных пород. Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта, Бишкек. – 2011. -No2(32) том 1. – стр. 131-134
6. Осмонова Н.Т., Асилова З.А., Эргешов Т.А., Усенов К.Ж. Компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния подкарьерных массивов горных пород. Современные проблемы механики сплошных сред, Бишкек-2011. С. 407-413.