

УДК 624.131.1.

## **ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КАРЬЕР-ОТВАЛ ПРИ ОСВОЕНИИ НАГОРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ**

**Асилова З.А.<sup>1</sup>, Никольская О.В.<sup>2</sup>**

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

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

Основным критерием ведения горных работ при освоении нагорных месторождений открытым способом является безопасность их эксплуатации, в связи с чем оценка устойчивости геотехнической системы всегда актуальна и требует особого подхода и изучения. В статье раскрыты особенности оценки геотехнической системы карьер-отвал нагорного месторождения, заключающиеся в изучении взаимодействия геологической и геомеханической среды. Описаны факторы как геологической, так и геомеханической среды, влияющие на изменение естественного напряженного состояния изучаемого объекта. Построена схема оценки геотехнической системы, суть которой состоит в изучении элементов как геологической, так и геомеханической среды.

**Ключевые слова:** Склон, карьер, отвал, геологическая среда, геомеханическая среда, деформация, устойчивость, оползень.

## **ТООЛУУ КЕНДЕРДИ АЧЫК ЫКМА МЕНЕН ӨЗДӨШТҮРҮҮДӨ КАРЬЕР-КУЛАНДЫ ГЕОТЕХНИКАЛЫК СИСТЕМАСЫНЫН ТУРУКТУУЛУГУН БААЛОО ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ**

**Асилова З.А.<sup>1</sup>, Никольская О.В.<sup>2</sup>**

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

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

Тоолуу кендерди ачык ыкма менен өздөштүрүүдө тоо-кен иштерин жүргүзүүнүн негизги критерийи болуп аларды эксплуатациялоонун коопсуздугу эсептелет, ушуга байланыштуу геотехникалык системанын туруктуулугун баалоо дайыма актуалдуу жана өзгөчө мамилени жана изилдөөнү талап кылат. Макалада геологиялык жана геомеханикалык чөйрөнүн өз ара аракеттешүүсүн изилдөөдөн турган тоо кенинин

карьердик-калдык геотехникалык системасын баалоонун өзгөчөлүктөрү ачылган. Изилденип жаткан объектинин табигый чыңалуу абалынын өзгөрүшүнө таасир этүүчү геологиялык жана геомеханикалык чөйрөнүн факторлору сүрөттөлгөн. Геотехникалык системаны баалоо схемасы түзүлдү, анын маңызы геологиялык жана геомеханикалык чөйрөнүн элементтерин изилдөөдө турат.

**Баштапкы сөздөр:** эңкейиш, карьер, лезвие, геологиялык чөйрө, геомеханикалык чөйрө, деформация, туруктуулук, жер көчкү.

## **FEATURES OF ASSESSING THE STABILITY OF THE QUARRY-DUMP GEOTECHNICAL SYSTEM DURING THE DEVELOPMENT OF UPLAND DEPOSITS BY THE OPEN METHOD**

**Asilova Z.A.<sup>1</sup>, Nikolskaya O.V.<sup>2</sup>**

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

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

The main criterion for conducting mining operations in the development of upland deposits by the open method is the safety of their operation, in connection with which the assessment of the stability of the geotechnical system is always relevant and requires a special approach and study. The article reveals the features of the evaluation of the geotechnical system of the quarry-dump of the nagorny deposit, consisting in the study of the interaction of the geological and geomechanical environment. The factors of both the geological and geomechanical environment affecting the change in the natural stress state of the studied object are described. The scheme of evaluation of the geotechnical system is constructed, the essence of which is to study the elements of both the geological and geomechanical environment.

**Keywords:** Slope, quarry, dump, geological environment, geomechanical environment, deformation, stability, landslide.

Безопасное складирование вскрышных пород на горных склонах при освоении нагорных месторождений является одной из сложных и основных задач, которые необходимо решать во время работы рудника [1, с.24]. В Кыргызстане отвалы при освоении высокогорных месторождений размещают на склонах в непосредственной близости от карьера в близлежащих саях на склонах, крутизна которых изменяется в пределах от  $10^0$  до  $20^0$  на высоте от 3500 до 4000 м над уровнем моря. На устойчивость таких отвалов кроме параметров самого отвала

(высоты и ширины), количества атмосферных осадков, сезонных и суточных колебаний температуры воздуха влияют и параметры карьера [2, с.93].

До настоящего времени исследования деформированного состояния породного массива проводили в связи с появлением проблемы, т.е. определяли влияние либо карьера, либо отвала, при этом рассматривали явление – изменение напряженного состояния или следствия - нарушение устойчивости борта карьера или отвала.

Освоение нагорных месторождений открытым способом осложнено ограниченной территорией, на которой следует разместить нагорный карьер, отвал, золото извлекательную фабрику, хвостохранилище, административные и хозяйственные объекты.

Одной из основных задач при освоении месторождений полезных ископаемых открытым способом является обеспечение устойчивости геотехнических объектов (карьеров, отвалов). Однако еще до начала работ следует оценить не только естественные условия (свойства пород, устойчивость склона), но и область взаимодействия геотехнического объекта и массива горных пород, в пределах которой происходят существенные изменения.

Сложный объект природы, объективно существующий независимо от человека и его деятельности, называют «геологической средой». Геологическая среда включает такие элементы как рельеф местности, массив горных пород и их свойства, подземные воды, многолетнюю мерзлоту, природные гравитационные процессы.

Геологическая среда, подвергаясь техногенному воздействию, изменяет свое состояние в зависимости от рельефа, тектоники, строения и свойства массива, а также от качества массива.

Геомеханические процессы, происходящие в массиве пород при ведении горных работ, зависят от свойств геологической среды и параметров техногенного воздействия. Основные геомеханические

процессы в прибортовом массиве нагорных карьеров, влияющие на устойчивость и безопасность ведения горных работ, — деформационные процессы, которые приводят к дополнительным напряжениям на контуре карьера, развитию процесса сдвижения не только борта карьера, но и склона, на котором он построен [4, с.136].

Наибольшее влияние на изменение естественного напряженного состояния оказывают параметры карьера и отвала. До настоящего времени практически не рассматривалась геотехническая система «склон-карьер-отвал» и как следствие, влияние этой системы на изменение естественного напряженного состояния породного массива, не выявлены основные причины нарушения устойчивости, как борта карьера, так и отвала.

Методология наших исследований основывается на выявлении причин, сущности формирования трещин отрыва в бортах нагорных карьеров и развития оползневых процессов в отвале на склонах. То есть комплексное изучение изменения естественного напряженного состояния и оценка устойчивости геотехнической системы склон-карьер-отвал под влиянием параметров и карьера, и отвала.

Этапы познания объекта направлены на выявление особенностей исследования геомеханических процессов в прибортовом массиве склона, установление качественных и количественных взаимодействий геологической и геомеханической среды, зависящих от:

- *свойств геологической среды*, т.е. её физические параметры, которые отвечают за формирование отдельных элементов и которые можно считать относительно статичными в режиме реального времени;
- *параметров техногенного воздействия*, которыми являются экстремальные значения сил, степень изменения сил воздействий под действием процессов повреждения и деградации объектов.

Геологическая среда является природной многокомпонентной динамической подсистемой со всеми присущими ей внутренними

взаимодействиями, структурой, в которой при воздействии человеческой деятельности происходит возникновение новых техногенно-геологических процессов [5, с.79].

Исследование включает следующее построение познание объекта (рис 1.):



Рис. 1. Схема оценки геотехнической системы

Для формирования оползневых процессов и деформаций на карьере и при отсыпке отвалов на склоне необходимы факторы и причины его развития. В данном случае причиной является геомеханическая среда, в которой можно выделить следующие группы параметров:

1. Геометрические параметры отвала и карьера, как угол подстилающего склона, угол откоса отвала и карьера, высота и ширина как отвала, так и карьера, расстояние от борта карьера до отвала;
2. Изменение строения и свойств отвальной массы, в особенности переувлажнение;
3. Дополнительная нагрузка, к которой относятся сейсмические, гидродинамические воздействия;
4. Способы складирования отвалов.

Исходя из этого, деформации в карьере и при отсыпке отвалов на горных склонах зависят от параметра карьера и отвала, объема извлекаемой горной породы, расстояния от борта карьера до отвала, а также от несущей способности основания отвала.

### **Выводы**

Особенность оценки устойчивости геотехнической системы карьер-отвал при освоении нагорных месторождений заключается в комплексном изучении устойчивости геотехнической системы через изучение взаимодействия геологической и геомеханической среды, учитывающий, как параметры карьера, так и отвала.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий нерудных строительных материалов: ОНТП 18-85: Утв. Министерством промышленности строительных материалов СССР 20.12.85]. — Л.: Стройиздат. — 1988. — 78 с.
2. Кожогулов К.Ч., Никольская О.В., Джакупбеков Б.Т. Устойчивость отвалов вскрышных пород при освоении нагорных месторождений // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. — Т. 8. - №1, - 2021. - С.93-96.
3. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. Л. Недра. 1977, 479 с.
4. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М. Мысль, 1990, 637с.
5. Сергеев Е.М. Инженерная геология. М.: Изд-во МГУ. 1982, 248 с.

6. Сергеев Е.М. Проблемы инженерной геологии в связи с охраной и рациональным использованием геологической среды. Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология. 1987. №5. С.77-86
7. Кожогулов К.Ч., Никольская О. В. Особенности геомеханических процессов при разработке золоторудных месторождений Кыргызстана// Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. – Т. 6. - №1, - 2019. - С.135-138.
8. Кононов Е.Е. Геологическая среда и вопросы терминологического понимания // Известия Сибирского отделения Секции и Земле РАЕН №1 (50) 2015 –С.76-85