

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОТВАЛОВ, ЛЕДНИКОВ И ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Умаров Т.С., Эмилбек кызы Акшоола, Тентимишова А.К.

ИГД и ГТ, Бишкек, Кыргызстан, umarov-talantbek@mail.ru

Аннотация: Рассматривается состояние изученности вопросов оценки устойчивости отвалов и ледников, а также результаты анализа мониторинговых съемок за деформациями отвалов и ледников Кумторского месторождения.

Ключевые слова: отвалообразование, поверхностный откос, вертикальное смещение, ледник.

ASSESSMENT OF THE STABILITY OF DUMPS AND GLACIERS AND THEIR CURRENT STATE

Umarov T. S., Emilbek kzy of Achoola, Tentimishova A. K.

Institute of mining and mining technologies named after, Bishkek, Kyrgyzstan

Abstract: The report examines the state of knowledge questions assessing the sustainability of dumps and glaciers, as well as the results of the analysis of monitoring surveys deformations dumps and glaciers of the Kumtor deposit.

Key words: dump formation, surface slope, vertical displacement, glacier.

Отвалы горных пород, образующиеся при открытой разработке крупных месторождений полезных ископаемых, формируют техногенные элементы рельефа, и способны оказывать существенное влияние на современное состояние окружающей среды при складировании и в период своего последующего развития. Изучение условий формирования, состава, строения и свойств отвалов, прогнозирование процессов и оценка возможных негативных последствий их постгенетического развития является актуальной задачей при освоении новых месторождений. Изучение вопросов, связанных с обеспечением устойчивости породных массивов, имеет почти двухсотлетнюю историю. 1987-2003 выполнялись обследования фактического состояния устойчивости отвалов. В частности, было установлено: на всех без исключения карьерах имеются различного вида и объема деформации отвалов и бортов карьеров и это несмотря на то, что многие отвалы и карьеры еще не достигли проектной высоты и имеют фактические углы наклона откосов меньше проектных, в то время, как и те, и другие, в большинстве случаев, существенно ниже предельных, т.е. определяемых по фактору устойчивости. Такое положение дел, как показал анализ результатов обследования фактического состояния устойчивости карьерных откосов, прежде всего, связано с низкой достоверностью исходных данных о состоянии и свойствах массивов, отсутствием простых и эффективных способов и средств контроля состояния массивов и их оснований, недостаточной изученностью вопросов учета отдельных природных и технологических факторов при определении параметров конструктивных элементов профиля карьерных откосов как в плане, так и по высоте, несовершенством методов в средств расчета параметров предельных откосов. Реальный геомеханический объект, состоящий из отвала пустой породы, ледника, имеющего свою историю развития и образования, и коренные породы, служащие основанием первых двух сред, отличается и по сложности внутреннего строения, изменчивости его во времени и в пространстве, по физико-механическим свойствам, прочностным и другим характеристикам, как например вода, в зависимости от температуры переходит из состояния жидкости в состояние пара, снега и льда. Размещение отвалов пустых пород на ледник абсолютно новый вид отвалообразования во всем мире. Примеру, проект рудника Кумтор предусматривает размещение отвалов вскрышных пород за контуром карьера на ледниках Давыдова и Лысый. Ледники залегают на высоте над

уровнем моря от 3750 метров до 5000 метров мощностью примерно до 150 метров. Отвалы пустых пород имеют высоту до 80 метров. Отсыпка пустых пород на ледники производится многоярусным методом (рис 1.1).

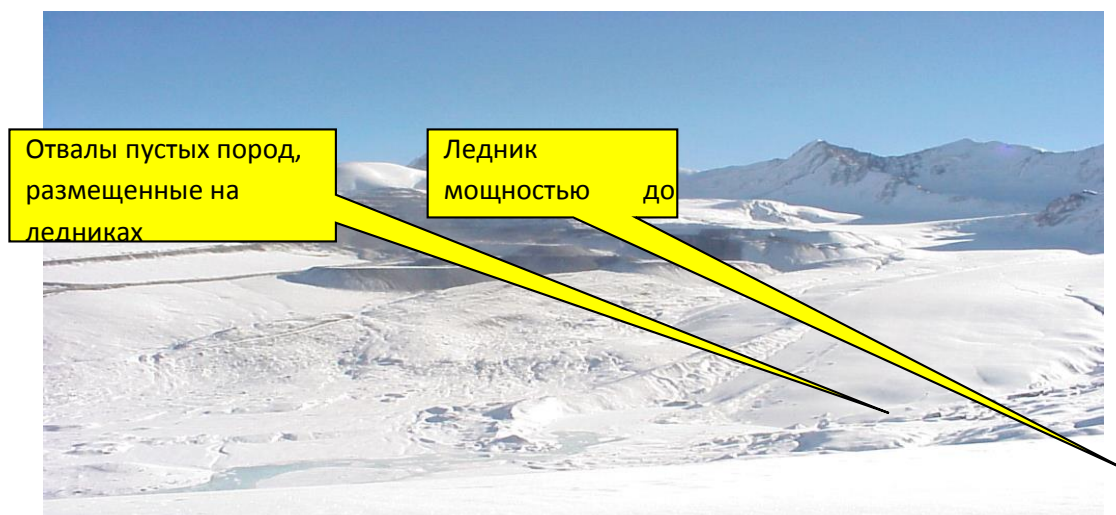


Рис.1.1. Размещение отвалов на леднике Давыдова

Основания существующих отвалов погружаются в ледник на определённую глубину, при этом выдавливая некоторую часть ледника в районе нижней бровки отвалов. Поверхность отвала опускается под крутым углом в ледник, вызывая при этом вертикальное смещение некоторых трещин (рис.1.2).

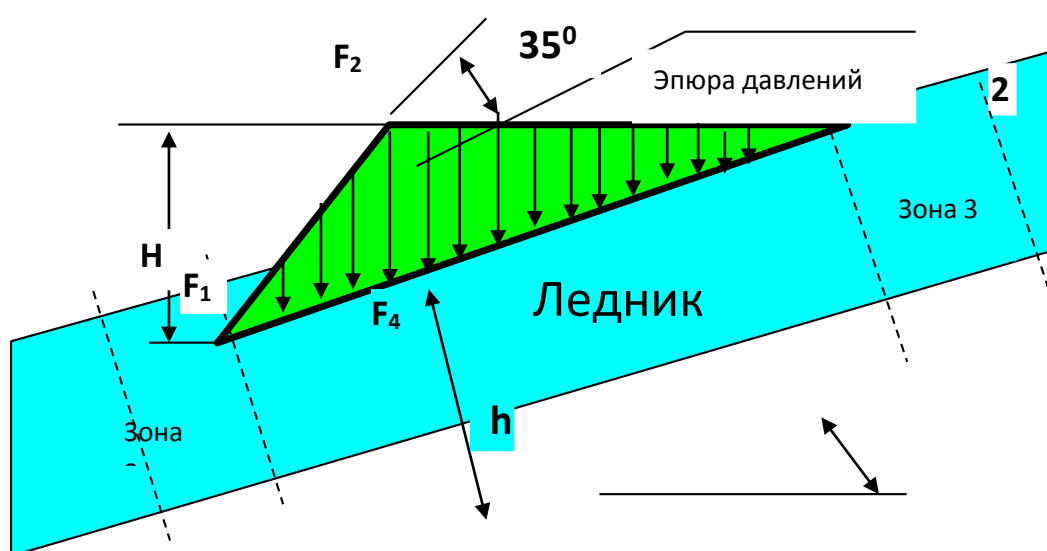


Рис. 1.2. Расчетная схема для оценки поведения отвала и ледника

Проведена качественная расчетная оценка поведения отвалов и ледника в упрощенной постановке в рамках статики теоретической механики и элементарной теории «растяжения-сжатия» простых прямолинейных балок. Расчетную модель ледника представим в виде балки с высотой h с единичной шириной, лежащей на наклонной поверхности основания (рис 1.2).

Балка нагружена распределенной нагрузкой, эпюра которой изображает давление пустой породы отвала с максимальной высотой H . Толщина льда h постоянна по всей ее длине, а наклон поверхности льда параллелен к поверхности ее основания и составляет угол

α к горизонту. Наклон откоса отвала близок к 35° . Тело ледника разделено на зоны 1, 2, 3. Зона нижней кромки отвала – зона 1, участок расположения отвала – зона 2, а зона верхней кромки отвала – зона 3.

Ведутся постоянные мониторинговые наблюдения за поведением отвалов и ледников. Результаты постоянного мониторинга ледников Лысого и Давыдова показывает, что наибольшая скорость течения льда наблюдается на крутых поверхностных откосах, и наименьшая – на пологих.

Поведение отвалов расположенные на леднике значительно различаются по сравнению с отвалами, размещенными на коренных породах. Например, отвалы, расположенные на леднике Лысый, смещаются по склону ледника вниз и оползание усиливается при активной отсыпке с увеличением объема отвала под давлением массы отвала. Оползание отвалов, расположенных на леднике Давыдова, усиливается тогда, когда порода утапливается в ледник и после нескольких недель после прекращения отсыпки отвалы с уменьшением скорости просадки продолжает перемещаться по направлению пластического движения ледника (рис.1.2).

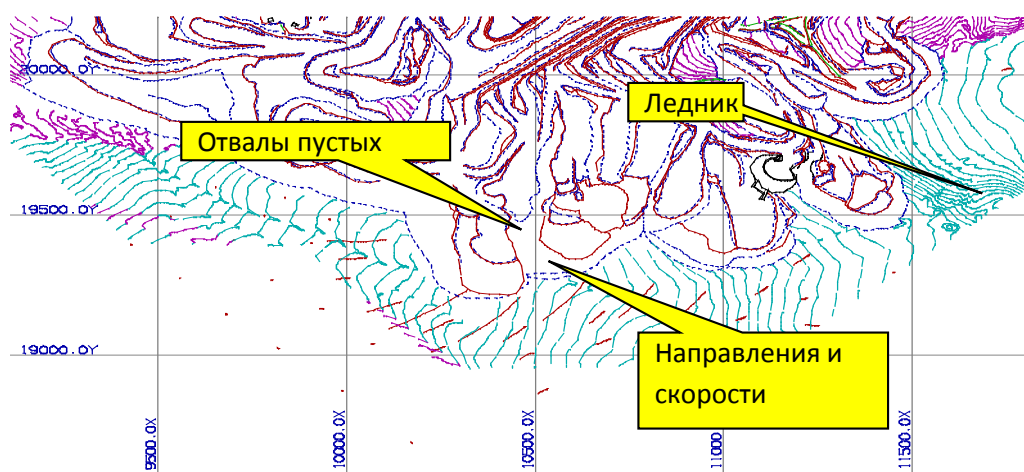
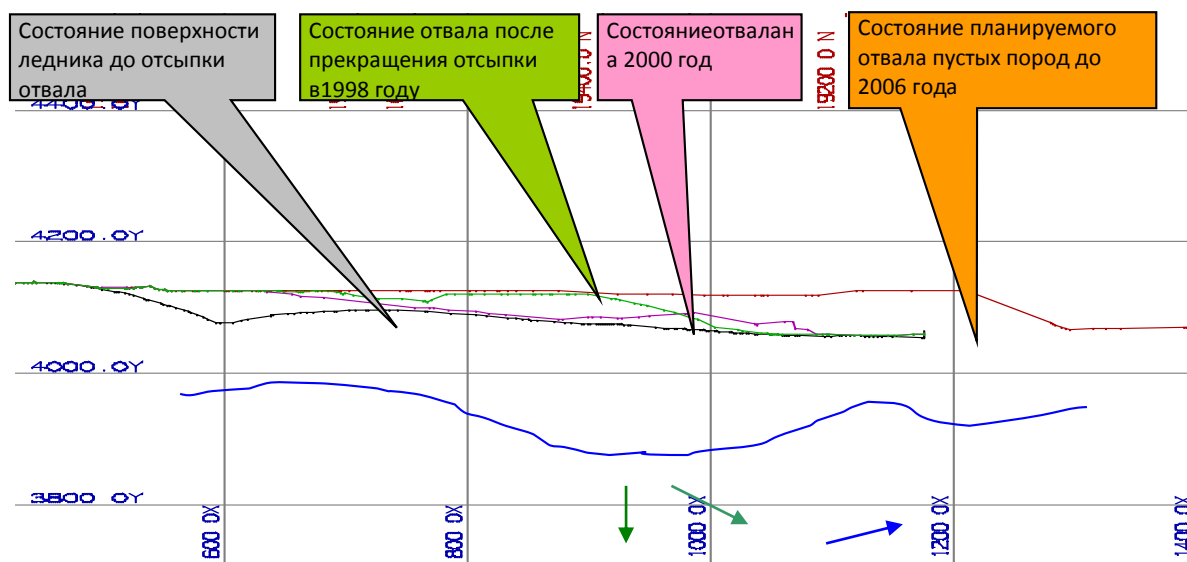


Рис.1.3. Карта расположения отвалов пустых пород на леднике Давыдова с обозначением направления и скоростей движения мониторинговых точек на леднике с увеличением масштабе 20:1



Анализ и исследование устойчивости отвалов на леднике по результатам постоянных мониторинговых наблюдений показывает, что характер движения отвалов всегда зависит от скорости отваливания и уклона поверхности ледника, где ведётся отсыпка пустой породы. Как только пустая порода вываливается на лёд и начинает оседать в ней, тем самым создает устойчивое основание для отвала (рис.1.4).

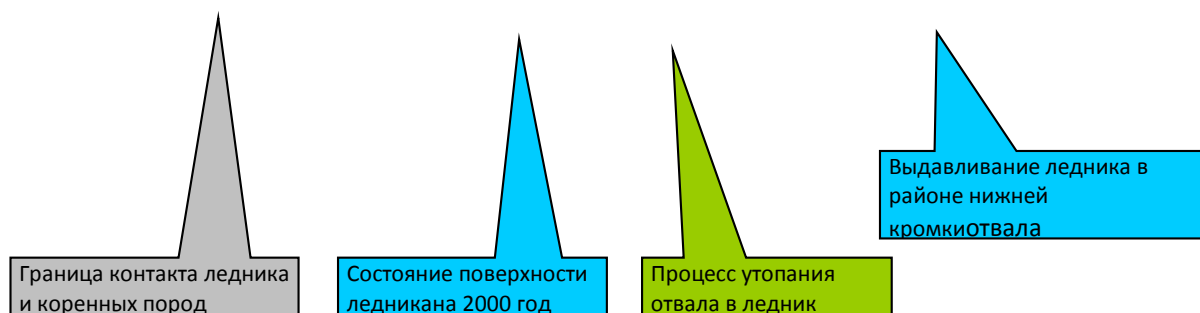


Рис.1.4. Вертикальный разрез состояния отвала пустых пород №1 Рудника Кумтор по результатам маркшейдерской съемки соответственно до и после отсыпки пустой породы на ледник Давыдова

Когда происходит очень быстрая выгрузка пустой породы к верхней кромке активных отвалов на небольшие участки ледника, пустая порода сползает на нижнюю кромку отвала. Когда скатившиеся крупные куски отсыпанного материала пустой породы у нижней кромки отвала примерзают к леднику, тогда выгрузка может продолжаться без дальнейших осложнений. При температуре замерзания, тело отвалов находится в замерзшем состоянии и хорошо цепляется за основание на глубине 0.5 метров, в то время, когда наружная часть отвалов остается разрыхленной. После прекращения отсыпки пустой породы на отвал, откос отвала выравнивается и становится вогнутой, постоянно улучшая общую устойчивость отвалов пустых пород на леднике. Характер деформирования ледника зависит от высоты размещаемого отвала на нём и мощности самого ледника, а также температурного режима воздуха, постоянно влияющего на изменение деформирования ледника. Установлено, что оползание отвалов, расположенных на ледниках усиливается тогда, когда порода утапливается в ледник после нескольких недель прекращения отсыпки отвалов и с уменьшением скорости просадки продолжает перемещаться по направлению пластического движения ледника.

На основе результатов мониторинговых съемок за деформациями отвалов и ледников, а также визуальных наблюдений возможно выявлены неустойчивых участков отвалов и ледников, и своевременно определены их категории по опасности, используя в качестве основных критериев величину и скорость смещения деформации отвалов и ледников.

Обоснован расчет параметров устойчивости отвалов рудника Кумтор, расположенных на ледниках. Для участков, где скорость просадки отвала при активной отсыпке увеличивается с большой скоростью, фронт отваливания переносится на более устойчивую площадку отвала.

Углы откосов отвалов после прекращения отсыпки начинают выравниваться и участок ледника в районе нижней бровки отвалов подвергаются выдавливанию с растрескиванием и появлению поперечных трещин до 100-150 метров расстояния от нижней кромки отвалов. В районе контакта коренных пород и ледника происходит вертикальное оседание пустой породы в лёд с вертикальным смещением трещин.

Для сокращения локальности нагрузки на ледник, работы по отваливанию распространяются по ширине фронта отсыпки как можно шире. Скорость просадки отвала при активной отсыпке увеличивается с большой скоростью, фронт отваливания переносится на более устойчивую площадку отвала.

При быстрой выгрузке пустой породы к верхней кромке активных отвалов на небольшие участки ледника, пустая порода сползает на нижнюю кромку отвала. Скотившиеся крупные куски отсыпанного материала пустой породы у нижней кромки отвала примерзают к леднику, и выгрузка может продолжаться без дальнейших осложнений. При температуре замерзания, тело отвалов находится в замерзшем состоянии и хорошо сцепляется за основание на глубине 0.5 метров, в то время, как наружная часть отвалов остается разрыхленной. После прекращения отсыпки пустой породы на отвал, откос отвала выравнивается и становится вогнутой, постоянно улучшая общую устойчивость отвалов пустых пород на леднике. В зависимости от нагружения массы отвала возникает увеличение скорости пластичного смещения верхнего слоя подстилающего ледника, и к скорости деформации отвала добавляется ещё скорость деформации подстилающего ледника. В таком случае, для отвалов, размещаемых на ледниках деформационное значение 0,5 м/сутки считается ещё не критическим, а для отвалов, размещаемых на коренных породах считается уже критическим.

1. На основе анализа сравнения мониторинговых результатов в течении и прекращения отсыпки отвалов №5 и №7 на ледниках с 1998 года по 2012 год установлено, что усредненные кривые горизонтальной деформации отвалов и подстилающего ледника совпадают, то есть отвал деформируясь смещается вместе с ледником. Характер деформирования ледника зависит от высоты размещаемого отвала на нём и мощности самого ледника, а также температурного режима воздуха, постоянно влияющего на изменение деформирования ледника.

2. Установлено, что оползание отвалов, расположенных на ледниках, усиливается тогда, когда порода утапливается в ледник и после нескольких недель после прекращения отсыпки отвалов и с уменьшением скорости просадки продолжает перемещаться по направлению пластического движения ледника.

3. На основе результатов мониторинговых съемок за деформациями отвалов и ледников, а также визуальных наблюдений выявлены неустойчивые участки отвалов и ледников, и своевременно определены их категории по опасности, используя в качестве основных критериев величину и скорость смещения деформации отвалов и ледников.

4. Обоснован расчет параметров устойчивости отвалов рудника Кумтор, расположенных на ледниках. Для участков, где скорость просадки отвала при активной отсыпке увеличивается с большой скоростью, фронт отваливания переносится на более устойчивую площадку отвала.

Использованная литература

1. Абдылдаев Э.К. Оценка напряженно-деформированного состояния откосов и реализация расчетных моделей сред методом конечных элементов // Сб. «Маркшейдерское дело в социалистических странах». Том 11, – Л., 1988.
2. Абдылдаев Э.К. Анализ устойчивости северного борта карьера «Макмал» // Вестник ИГУ. №2, – Каракол, 1999.
3. Абдылдаев Э.К. Методика оценки устойчивости породного массива вблизи выработок // Вест. казахск. нац. техн. ун-та. – Алматы, №5 (55). 2006.
4. Чунуев И.К., Использование современных информационных технологий на руднике Кумтор // Мат. Межд. научной конф. «Использование современных информационных технологий на руднике Кумтор», 14-15 июня 2006 года, – Бишкек. 2006. – С.58-65.
5. Чунуев И.К., Айтматов И.Т., Жумабаев Б., Исаева Г.С..Оценка напряженно-деформированного состояния массивов пород нагорных карьеров // В сб. "Вопросы геомеханики и разработки месторождений полезных ископаемых" – Бишкек, Илим, 1997.
6. Попов В.Н., Шпаков П.С. Управление устойчивостью карьерных откосов. – М., 2008.