

## МАРШЕЙДЕРСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ОТКРЫТЫХ РАЗРАБОТКАХ

*ст.гр. МД-1-09 Тентимишова А.К., рук. Абдылдаев А.Э.  
ИГД и ГТ им. академика У. Асаналиева  
Бишкек, Кыргызская Республика  
E-mail: [Atyra.tentimishova@mail.ru](mailto:Atyra.tentimishova@mail.ru)*

*В данном докладе охарактеризованы те или иные опасные с точки зрения устойчивости карьерных откосов геологоструктурные обстановки на каждом эксплуатируемом месторождении, где они могут проявиться, и имеют свое конкретное воплощение.*

Кыргызстан - горная страна. Во многом социально-экономическое развитие республики зависит от эффективного освоения горных территорий, в частности, от развития горнодобывающей промышленности.

Одним из важных факторов обеспечения безопасного ведения работ на открытых карьерах является анализ данных мониторинга за смещениями. Основы такого подхода к оценке безопасности заложены в 20-30-х годах прошлого столетия, когда были начаты инструментальные наблюдения за смещениями горных пород в массиве.

Другим важным обстоятельством является то, что «геологические факторы, снижающие прочность и устойчивость в откосах массива горных пород, невозможно с необходимой детальностью выявить при разработке месторождения, поэтому при

определении параметров откосов в период проектирования карьера они не могут быть учтены с необходимой полнотой. Детальное изучение неблагоприятных для устойчивости откосов участков производится в период строительства и эксплуатации. Это основано на анализе всей информации, собираемой в период эксплуатации, особенно на анализе данных мониторинга за смещениями и структурно-го картирования.

К сожалению, еще не редки обрушения и оползневые явления на бортах карьера. В результате гибнут люди и выходят из строя дорогостоящее оборудование. Резко снижаются экономические показатели горнодобывающих предприятий на длительный период времени.

При разработке полезного ископаемого открытых разработках образуется выработанное пространство. Равновесие горных пород нарушается и

происходит их сдвигание, при этом земная поверхность претерпевает деформацию.

Сдвигание горных пород и земной поверхности является сложным процессом. С целью изучения его производятся систематические инструментальные наблюдения. Характер проявления процесса сдвигания горных пород и деформация земной поверхности зависят от целого ряда геологических и горно эксплуатационных факторов.

Для оценки устойчивости бортов карьера в период их эксплуатации производятся маркшейдерские наблюдения. Целью маркшейдерских наблюдений является установление вида и границ проявления деформаций, определение скорости и направления величин деформаций, а также критической величины смещений, являющихся началом активной стадии деформирования бортов карьера. Для проведения маркшейдерских наблюдений за смещениями и деформациями бортов карьера закладывается специальная наблюдательная станция. Согласно «Инструкции по наблюдениям за деформациями бортов...на карьерах» утвержденной ГОСГОРТЕХНАДЗОРОМ СССР от 21 июля 1970 года и действующей до сих пор, наблюдательная станция состоит из нескольких профильных линий, по которым расположены опорные и рабочие репера.

Оценка процессов деформирования поверхности борта карьера при несистемном расположении мониторинговых точек возможна только при их объединении в треугольные элементы.

Расположение реперов на профильных линиях является наиболее удобным способом, как для проведения геодезических работ, так и при камеральной обработке данных. Обработка результатов маркшейдерских наблюдений заключается в аналитическом и графическом представлении данных в удобном и обоснованном виде о состоянии бортов карьера. К основным результатам можно отнести представление по каждой профильной линии вертикальных смещений реперов, горизонтальных смещений реперов вдоль профильных линий, горизонтальных деформаций растяжения и сжатия, величин сдвигов, скоростей смещений реперов по направлению вектора смещения. Для оценки устойчивости составляется вертикальный разрез по каждой профильной линии с уточнением геологических и структурных данных и нанесением появившихся трещин и заколов.

*Горизонтальные деформации*, соответствующие увеличению интервала, называется растяжениями, а соответствующие уменьшению сжатиями.

Для оценки процессов обрушения важным является анализ деформации сдвига. Сдвиг является основным признаком разрушения. Сдвиговые процессы в прибортовом массиве характеризуют не только оползневые процессы, но и такое явление, как взаимное смещение относительно друг друга прибортовых областей. Необходимо отметить, что значения вычисленных деформаций обусловлены соотношениями сторон треугольника или внутрен-

них углов. Чем ближе треугольник к равностороннему, тем точнее вычисляются значения деформаций. То есть необходимо стремиться располагать точки мониторинга так, чтобы они образовывали равносторонние треугольники.

### Характер деформации земной поверхности

Сдвигание горных пород при открытых разработках проявляется в деформации горных пород, слагающих борта карьеров и находящихся в отвалах. При этом сдвигания горных пород проявляются в виде осыпания, оплывания, обвалов и оползней на

отдельных участках карьера или охватывает толщу пород на всю глубину карьера.

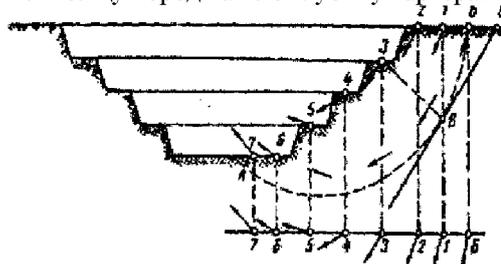


Рис.1

При оползнях поверхность АВ скольжения обычно имеет форму, схематически изображенную на (рис. 1), где направление сдвижений отдельных точек 1,2,3,... 7 показано векторами. Сдвигание пород захватывает не только борт карьера, но также его дно, которое выдавливается и поднимается.

Сущность наблюдений состоит в определении перемещений системы точек, заложенных на земной поверхности над очистной выработкой. Система таких наблюдательных точек образует наблюдательную станцию, которая представляет собой совокупность реперов, заложенных по линиям, расположенным вкрест простирания и по простиранию разрабатываемого месторождения полезного ископаемого. В зависимости от срока службы и назначения различают станции: долговременные (5-20 лет), рядовые (до 5 лет) и кратковременные (менее года), а также станции специального назначения. Наибольшее распространение имеют рядовые станции. Вкрест простирания в этом случае располагают не менее двух, а по простиранию - одну линию реперов. В результате таких маркшейдерских наблюдений могут быть установлены характер и степень опасности перемещения пород на борту карьера или в отвале для близстоящих объектов и сооружений на земной поверхности.

На карьерах различают следующие виды нарушения устойчивости уступов, бортов и отвалов: *осыпи, обрушения, оползни, просадки, оплывины и фильтрационные деформации*.

Осыпи-характерны для всех видов горных пород, затрагивают, как правило, приповерхностную часть крутых откосов и формируются в тече-

ние значительного периода времени (несколько лет). Иногда осыпи являются источником образования более крупных нарушений устойчивости (оплывин, оползней).

Обрушения - захватывают значительные части массивов горных пород и возникают при углах откосов, превышающих 25 - 35°; активная стадия обрушений протекает практически мгновенно. Обрушения представляют наибольшую опасность для людей и механизмов, работающих на нижележащих уступах.

Оползни - наиболее распространенный вид нарушения устойчивости откосов, связанный с наличием в толще пород пластичных прослоек, слоев и слабых контактов; они происходят при углах наклона бортов и откосов уступов положе 25 - 35°; активная стадия оползней протекает в течение значительного времени (от нескольких часов до месяцев). Оползни вовлекают в движение значительные массы горных пород - от сотен до нескольких млн. м<sup>3</sup>; в ряде случаев оползни приводят к полному прекращению работ в карьере.

Просадки - связаны с уплотнением высокопористых рыхлых отложений и отвальных пород под влиянием внешних пригрузок, увлажнения ат-

мосферными осадками и консолидации. Обычно это наименее опасный вид нарушения устойчивости, однако в определенных условиях может служить причиной серьезных нарушений режима работы, аварий и травм.

Оплывины - характеризуются перемещением в виде потока насыщенных водой до текучего состояния некоторых разновидностей песчано-глинистых пород нарушенной структуры - пылеватых песков и глин, а также лессовидных суглинков и лессов. Оплывины захватывают значительные объемы пород, развиваются интенсивно, часто приобретая катастрофический характер.

Фильтрационные деформации, вызываемые подземными водами, разделяются на оплывание, выпор, механическую суффозию и фильтрационный вынос вдоль трещин.

Оплывание связано с переносом и переотложением грунтовых частиц подземными водами, вытекающими на откос в пределах промежутка высачивания; наибольшее развитие процесс получает в песчаных грунтах (рис. 2).

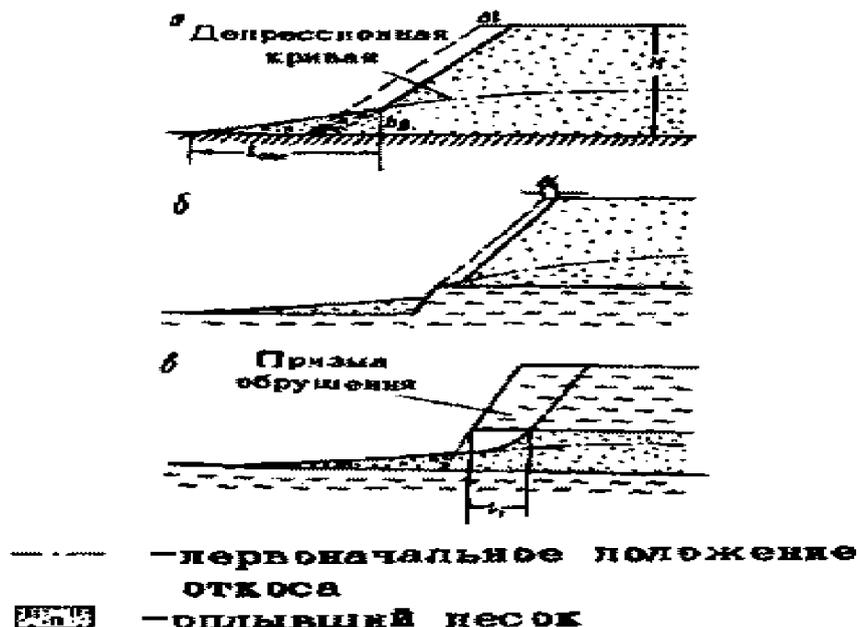


Рис. 2

а - схема оплывающего откоса;

б - схема оплывающего откоса при "подрезанном водоупоре";

в - схема образования "козырьков нависания" при оплывании

сновными причинами развития деформаций откосов являются:

а) несоответствие углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов или несоответствие их высот геологическим условиям;

б) отсутствие дренажа или недостаточная его эффективность;

в) неправильное ведение горных работ (буро-взрывных, экскаваторных и др.) и очередности отработки участков;

г) неправильная оценка устойчивости откоса или принятие углов откосов без достаточного обоснования.

На основе этого обследования определяется объем работ по наблюдениям за деформациями откосов и обеспечению устойчивости и безопасности работ в карьере.

Основными причинами развития деформаций откосов являются:

а) несоответствие углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов или несоответствие их высот геологическим условиям;

б) отсутствие дренажа или недостаточная его эффективность;

в) неправильное ведение горных работ (буро-взрывных, экскаваторных и др.) и очередности отработки участков;

г) неправильная оценка устойчивости откоса или принятие углов откосов без достаточного обоснования.

Визуальное обследование состояния откосов на карьерах проводится не реже одного раза в месяц участковым маркшейдером или геологом и включает в себя фиксирование всех признаков начинающихся деформаций откосов, геологических и горнотехнических факторов, влияющих на устойчивость откосов.

Результаты визуального обследования состояния откосов заносятся в специальный журнал осмотра состояния откосов и подписываются лицом, произведшим осмотр.

На основе этого обследования определяется объем работ по наблюдениям за деформациями откосов и обеспечению устойчивости и безопасности работ в карьере

В заключении следует сказать, что охарактеризованные здесь те или иные опасные с точки зрения устойчивости карьерных откосов геологоструктурные обстановки на каждом эксплуатируемом месторождении, где они могут проявиться, имеют свое конкретное воплощение. Для предотвращения опасных деформаций карьерных откосов необходимо знать структура разрабатываемого массива в прибортовой зоне карьера. Как правило материалов детальной разведки месторождения для этого явно недостаточно из-за редкой сети скважин по вмещающим полезное ископаемое породам и

низкой представительности геолого-структурных данных по керну скважин. Наиболее эффективным способом получения достаточно полной и достоверно информации о структуре массива является детальное геологоструктурное картирование карьерного поля и создание на базе его результатов компьютерной модели структуры массива, позволяющей в оперативном режиме оценивать устойчивость карьерных откосов при различных вариантах их ориентировки и конструкции.

С точки зрения устойчивости карьерных откосов особое внимание следует уделять нижней зоне гипергенеза, наименее изученной при проведении детальной разведки месторождений полезных ископаемых и линейным осложнениям коры выветривания, проникающим на большую глубину в массив неизменных пород.

И конечно же в конце отмечу что, надо накопить большой опыт по изучению деформаций бортов и отвалов; исследовать физико-механических свойств и структурных особенностей массива горных пород и их влияние на устойчивость откосов уступов; исследовать особенностей развития различного рода нарушений устойчивости во времени; и совершенствовать методы расчета устойчивости откосов и наблюдения за ними.

### **Литература**

1. Борщ-Компониц В.И., Навитный А.М., Кныш Г.М. Маркшейдерское дело М., Недра, 1985
2. Инструкция по наблюдением за деформацией бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разрезе мероприятий по обеспечению их устойчивости. Л., Изд. ВНИМИ, 1971
3. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов Л., изд. ВНИМИ, 1962
4. Интернет.