

***Бесимбаева Ольга Газисовна***

канд. техн. наук, доцент

***Хмырова Елена Николаевна***

канд. техн. наук, доцент

***Олейникова Елена Алексеевна***

магистр тех. наук, преподаватель

***Жунусова Гульнара Ергалиевна***

канд. техн. наук, доцент

Карагандинский государственный

технический университет

г. Караганда, Республика Казахстан

## **ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИБОРТОВЫХ МАССИВОВ**

***Аннотация:*** в статье рассмотрены вопросы управления состоянием массива для обеспечения безопасного ведения горных работ и сокращения объемов вскрыши при сохранении устойчивости откосов уступов. Состояние массива горных пород зависит как от естественных, так и техногенных факторов. Для определения причин деформаций уступов и бортов карьеров, а также для разработки мероприятий по их прогнозированию и предотвращению необходимо в период строительства и эксплуатации карьеров обеспечить непрерывное наблюдение за устойчивостью откосов.

***Ключевые слова:*** устойчивость откоса, горный массив, воздействия взрыва на массив, сопротивление, горные породы, сдвиг, процесс деформации, техногенные факторы, коэффициент запаса устойчивости.

Значительная роль в решении задач по рациональному использованию минеральных ресурсов отводится управлению состоянием массива горных пород и в частности вопросам определения оптимальных углов наклона бортов карьера, обеспечивающих их устойчивость и минимальный разнос. Цель такого управления заключается в обеспечении безопасного ведения горных работ и сокращения объемов вскрыши при сохранении устойчивости откосов уступов [1].

Под управлением состояния природных и техногенных массивов понимается совокупность мероприятий по поддержанию и переводу уступов, бортов карьеров и отвалов в устойчивое, близкое к предельному и неустойчивое состояние путем изменения в процессе разработки формы и параметров откосов, регулирования продолжительности обнажения или направленного изменения физико-механических свойств пород, обеспечивающих применение экономичных и безопасных способов открытой разработки [1].

Для направленного воздействия на процесс управления откосами бортов карьеров необходимо иметь совокупность информации о геологическом строении массива месторождения, прочностных свойствах пород по любому направлению в пространстве с учетом количественной и качественной оценки воздействия инженерной деятельности человека на массив, гидрогеологической обстановки района горного отвода. Состояние массива горных пород зависит как от естественных, так и техногенных факторов (рисунок 1).

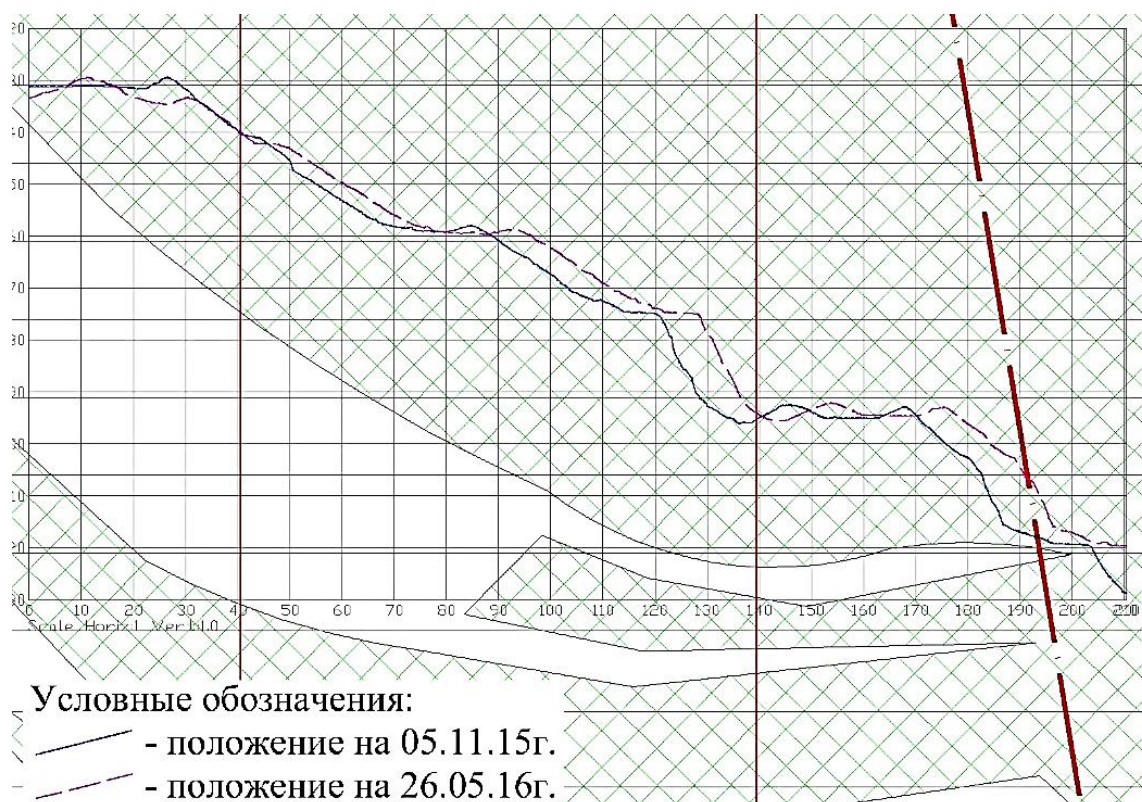


Рис. 1. Геологический разрез рудного месторождения и развитие оползневых деформаций откосов

Для полной оценки устойчивости уступов карьеров не обходимо учитывать физико-механические характеристики вмещающих пород, гидрогеологические параметры, а также внешние нагрузки от горнотранспортного оборудования.

Комплексная методика технологического управления состоянием пород в бортах карьеров включает методики:

- выбора оптимального направления развития горных работ с учетом условий устойчивости бортов карьеров;
- управления состоянием пород в бортах путем изменения их конструктивных параметров;
- постановки бортов в предельное положение.

Из группы гидрогеологических факторов основным является влияние подземных вод, изменяющих свойства массива (вследствие выщелачивания трещиноватых карбонатных пород, набухания глинистых пород и пр.) и напряженное состояние (из-за гидростатических и гидродинамических сил). Кроме того, под воздействием гидродинамического давления может происходить фильтрационное разрушение откосов (оплывание и суффозия). Обводненность контактных зон и структурных нарушений приводит к деформациям откосов (за счет снижения прочности пород на контактах) и внезапному прорыву вод.

Неудачно выбранное направление ведения горных работ в плане и по вертикали может привести к развитию в массиве деформационных процессов (подрезка контактов слоев или нарушений и пр.). При высокой скорости подвигания фронта горных работ в массиве не успевают развиваться деформационные и реологические процессы, что позволяет придавать откосам рабочих уступов более крутые углы наклона. Размещение отвалов в выработанном пространстве увеличивает сопротивление сдвигающим усилиям прибортового массива пород.

Деформации карьерных откосов существенно влияют на безопасность и экономичность ведения горных работ. Занижение углов наклона бортов карьера и уступов приводит к необоснованному извлечению дополнительных объемов вскрыши, превышение их круче предельно допустимых влечет возникновение опасных деформаций карьерных откосов, что может привести к человеческим

жертвам, потере горнотранспортного оборудования, нарушению транспортных коммуникаций, невозможности ведения горных работ в зоне влияния деформаций, безвозвратным потерям полезного ископаемого, снижению эффективности ведения горных работ и, в конечном счете, повышению себестоимости продукции. Этими неопровержимыми фактами обуславливается важность исследований состояния устойчивости прибортовых и отвальных массивов карьеров и соблюдения требований инструкций о регулярных наблюдениях за устойчивостью карьерных откосов.

Из большого числа факторов, от которых зависит устойчивость откосов, определяющей является группа геологических факторов (состав, состояние, строение и свойства горных пород). Эти факторы определяют условия деформации массива и выбор расчетных схем устойчивости откосов, характер противодеформационных мероприятий и величины показателей, закладываемых в расчеты (рисунок 2).

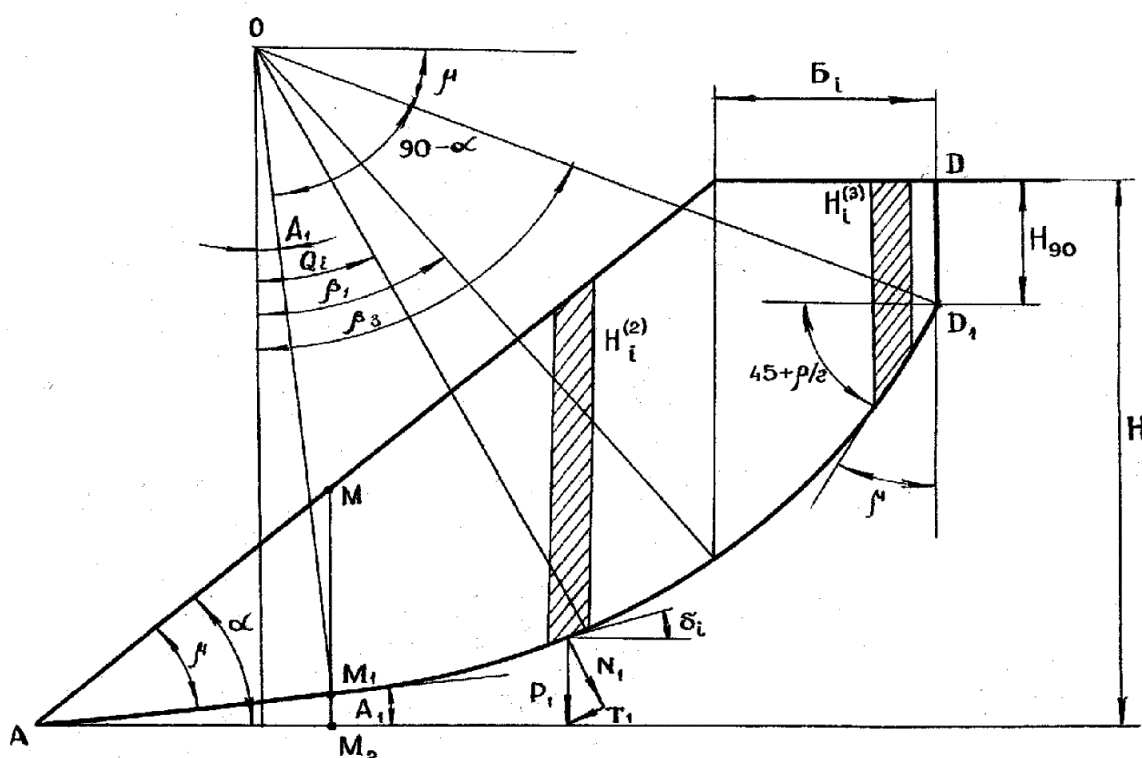


Рис. 2. Расчетная схема определения устойчивости уступов и бортов карьера

Создание оптимальных параметров устойчивых бортов карьеров на весь период их эксплуатации является одной из основных комплексных проблем открытого способа разработки месторождений полезных ископаемых.

Большинство распространенных в настоящее время методов расчета основано на определении сдвигающих и удерживающих сил, действующих по наиболее вероятной поверхности скольжения. Расчет устойчивости проводится с учетом запаса прочности, выражаемого величиной коэффициента запаса устойчивости [2].

Уточнение коэффициента запаса устойчивости бортов карьера только на 5%, в конечном итоге, может позволить уменьшить объем вскрыши и площадь карьера от 1,5 до 20% в зависимости от горно-геологических условий разработки при сохранении объемов извлекаемого полезного ископаемого.

Для направленного воздействия на процесс управления откосами бортов карьеров необходимо иметь совокупность информации о геологическом строении массива месторождения, прочностных свойствах пород по любому направлению в пространстве с учетом количественной и качественной оценки воздействия инженерной деятельности человека на массив, гидрогеологической обстановки района горного отвода.

Одно из первостепенных необходимых условий для успешного решения этой задачи является организация геомеханического мониторинга состояния устойчивости карьерных откосов, который включает: периодические маркшейдерские наблюдения за состоянием откосов; исследования инженерно-геологических характеристик состава и свойств горных пород; изучение структурно-тектонических особенностей прибортового массива; оценку и прогноз геомеханических процессов, происходящих в массиве; разработку рекомендаций по оперативному изменению параметров бортов карьера и технологических схем отвалообразования.

Постоянный инструментальный контроль за состоянием устойчивости карьерных откосов является наиболее эффективным способом получения информации о деформациях массива горных пород [3].

### *Список литературы*

1. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах. – СПб.: ВНИМИ, 1998.

2. Хмырова Е.Н. Результаты исследований устойчивости насыпных дамб золоотвалов Карагандинской области / Е.Н. Хмырова, О.Г. Бесимбаева // East European Scientific Journal Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe Журнал. – Польша, 2015. – №3. – С. 164–168.

3. Бесимбаева О.Г. Анализ точности инструментальных наблюдений / О.Г. Бесимбаева, Е.Н. Хмырова, Н.Г. Бесимбаев // Журнал известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка» МИИГАИК. – М., 2014. – №4. – С. 15–20.