

повышение интереса к этой области науки, в целом. Наше внимание объясняется, прежде всего, тем, что мы считаем, что полноценная инженерная деятельность горняка в наше время может быть обеспечена лишь на базе широкого образования, включающего не только чисто фундаментальную техническую и физико-математическую, но и столь же основательную методологическую подготовку в области горной техники и технологии. Методологическая подготовка позволяет должным образом ориентироваться в непрерывно обновляющемся многообразном мире горной техники и технологии, позволяет привлечь наиболее удачные решения межотраслевых задач.

Понятно, что для подготовки и повышения квалификации горных инженеров в методологическом плане, для преодоления неудовлетворительного положения в этой области необходима соответствующая научная и учебная литература.

Другими словами необходимо более энергично вводить учащихся горняков в круг понятий о сложной системе, определений и методов теории моделирования, управления и адаптации, показать их возможности для анализа и синтеза природно - технической системы с обязательным учетом ее специфики.

УДК 622.271.332

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОПЕРАТИВНЫЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ УСТУПОВ И БОРТОВ КАРЬЕРОВ**

**Семёнова М.В., Ганцовский Е.И.**

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

*В статье рассматриваются вопросы прогнозирования и анализа устойчивости откосов уступов и бортов карьеров.*

При добыче рудного и нерудного сырья немаловажную роль играют значения величины углов откосов уступов, отвалов и склонов. Нахождение оптимальных параметров откосов уступов остаются актуальными и сегодня. При решении вопросов выбора рациональной конструкции бортов карьеров часто возникает необходимость в оперативной оценке устойчивости их откосов. Степень устойчивости бортов карьеров характеризует безопасность работ и тесно связана с технологией отработки месторождения.

Решение таких задач является комплексным и трудоемким, поэтому очевидна необходимость в применении современных средств для оперативного анализа и прогноза устойчивости. Несомненным лидером в данной сфере является программный продукт GeoStudio, а в частности программный модуль GeoSlope.

Используя данную программу, был смоделирован ряд ситуаций, отражающих сложные горно-геологические условия.

Рассмотрим моделирование ситуации, которая отражает влияние высоты высачивания ( $H_v$ ) на коэффициент устойчивости ( $K_y$ ) обводненного уступа. Принцип исследования: зададимся фиксированным углом и высотой исследуемого откоса, а также мощностью водоносного горизонта и последовательно изменяя высоту высачивания, продолжим вычислительный эксперимент для других моделей уступов, исследуя при этом состояние устойчивости массива, характеризуемого коэффициентом устойчивости. Получим значение коэффициента устойчивости и графическое отображение критической поверхности скольжения.

Моделируя 3 профиля откоса, с высотой  $H_y=13$  м,  $H_y=15$  м,  $H_y=17$  м и углом откоса уступа  $\alpha=45^\circ$  были получены соответствующие зависимости, отображенные на графике (рис. 1).

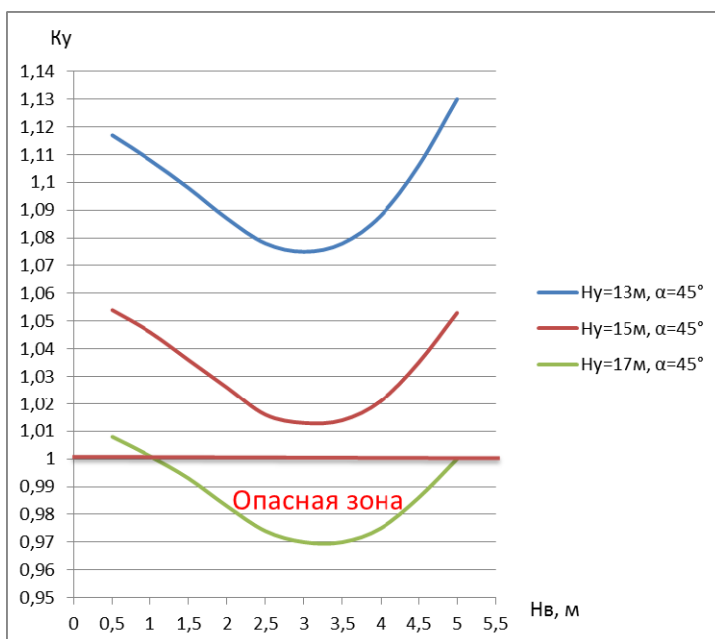


Рис. 1. Зависимость коэффициента устойчивости от влияния высоты высачивания воды обводненного уступа

Из результатов вычислительных экспериментов исследования влияния высоты высачивания воды на коэффициент устойчивости обводненного уступа видно, что с увеличением высоты высачивания воды коэффициент устойчивости до определенного значения снижается, а затем увели-

чивается. Это означает, что при больших значениях высоты высачивания подземных вод вода действует как пригрузка, т.е. происходит смещение в сторону увеличения сил удерживающих призму возможного обрушения. Область на графике, где коэффициент устойчивости меньше единицы назовем «Опасная зона». В пределах этой области находятся значения угла и высоты уступа, соотношение которых дает коэффициент устойчивости меньше единицы, что небезопасно.

Также с помощью программы GeoSlope были исследованы величины допустимых углов откосов для месторождения цементного сырья «Коммунарское» карьера «Высокое». Исследования проводились с учетом коэффициента структурного ослабления. В результате были рассчитаны величины допустимых углов откосов при заданных условиях.

Следует отметить, что расчет производился по методу плоского откоса, предложенному профессором Г.Л. Фисенко. В результате были определены допустимые углы откосов бортов в зависимости от категории пород по трещиноватости. Результаты расчетов допустимых углов были подтверждены программой GeoSlope.

С устойчивостью горных сооружений связаны вопросы безопасности ведения горных работ, а также экономические показатели. Завышение значений углов могут привести к возникновению различного рода аварийных ситуаций (оползней, обрушений и т.д.) и ситуаций, представляющих опасность для работы людей и механизмов, а уменьшение величины углов всего на несколько градусов приводит к увеличению объемов горных работ на миллионы кубических метров.

Таким образом, применение геоинформационных технологий и компьютерного моделирования способствует оптимизации геометрических и физико-механических параметров горных выработок, а также позволяет ускорить процесс определения наиболее подходящей конструкции борта карьера.

#### Литература

1. Арсентьев А.И., Букин И.Ю., Мироненко В.А. Устойчивость бортов и осушение карьеров. Учебник для вузов.- Недра.- Москва, 1982.- 165 с.
2. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров.- ВНИМИ.- Ленинград, 1972.
3. Трубецкой К.Н., Краснянский Г.Л., Хронин В.В. Проектирование карьеров: Учеб. для вузов: В 2 т. – 2-е изд., перераб. и доп. – Издательство Академии горных наук.- Москва, 2001. – 519 с.
4. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов.- Недра.- Москва, 1965.
5. GeoStudioTutorials.Includes student edition lessons. First edition. - May 2004, - 485с.