

**ООО «УГМК-Холдинг»**  
**Третья молодежная научно-практическая конференция**  
**«Профессиональные знания и навыки молодежи –**  
**будущий капитал Компании»**

**Безопасность производства**

**Новые технологии в маркшейдерском обеспечении**  
**безопасности ведения горных работ**

**ОАО «Уралмеханобр»**

**Авторы:**

**О.Н. Головина**

**П.В. Кольцов**

**Екатеринбург 2008**

## Аннотация

Наблюдения за деформациями бортов карьеров и сдвижением горных пород является важнейшей задачей маркшейдерского обеспечения безопасности горного производства. Данные работы начинаются на стадии проектирования разработки месторождения и заканчиваются на стадии рекультивации горнотехнических объектов. Таким образом, маркшейдерское сопровождение отработки необходимо на всех стадиях работы горного предприятия.

Методики наблюдений весьма трудоёмки и требуют значительной концентрации внимания со стороны исполнителя, поскольку одна ошибка в наблюдениях может повлечь за собой необходимость повторения всей серии наблюдений, а это одна – две смены.

В последнее время в горнодобывающих отраслях России и СНГ происходит переоснащение морально и физически устаревшего оборудования. Применение современных цифровых маркшейдерских инструментов позволяет вывести наблюдения на качественно новый уровень, значительно снизить ошибки наблюдений при повышении оперативности работ.

Данный доклад посвящен некоторым аспектам применения роботизированной тахеометрической станции Trimble S6 на объектах УГМК.

## **Новые технологии в маркшейдерском обеспечении безопасности ведения горных работ**

В соответствии со статьей 24 Закона «О недрах» к основным требованиям по обеспечению безопасного ведения работ, связанных с пользованием недрами относятся:

- проведение комплекса маркшейдерских и иных наблюдений, достаточных для обеспечения нормального технологического цикла работ и прогнозирования опасных ситуаций, своевременное определение и нанесение на планы горных работ опасных зон;
- управление деформационными процессами горного массива, обеспечивающее безопасное нахождение людей в горных выработках.

Инструментальные маркшейдерские наблюдения за деформациями бортов должны проводиться с началом развития вскрышных работ на карьере, в процессе эксплуатации и ликвидации карьера.

Целью маркшейдерских наблюдений является:

- установление границ распространения и вида деформаций горных пород;
- определение скорости и величин деформаций;
- определение критической величины смещений, предшествующих началу активной стадии, для различных инженерно-геологических комплексов;
- предрасчет развития деформаций во времени при углубке карьера. [1]

Организация и производство наблюдений за деформациями бортов карьеров состоит из следующих этапов: составления проекта наблюдательной станции, закладки наблюдательной станции, выполнение измерений, камеральной обработки результатов измерений, анализа полученных результатов. От используемого оборудования зависят:

- конструкция наблюдательной станции;
- методы производства измерений;
- точность измерений;
- способ обработки.

Существует несколько методов маркшейдерских наблюдений за деформациями бортов карьеров, ознакомится с которыми можно в нормативной литературе [3].

Выбор метода наблюдений обусловлен, прежде всего, целью наблюдений и требуемой точностью определения смещений. В связи с этим необходимо использовать приборы, которые обеспечивают необходимую точность.

На многих предприятиях уже появились современные электронные безотражательные тахеометры, GPS-приемники, лазерные сканеры. Применение таких приборов способствует увеличению производительности труда и повышению уровня безопасности производства. Немаловажен и экономический эффект от внедрения современной техники и программного обеспечения.

Наиболее производительным инструментом для проведения тахеометрической съемки карьеров и отвалов является лазерный сканер.

Принцип работы лазерного сканера аналогичен принципу работы безотражательного электронного тахеометра и заключается в измерении времени прохождения лазерного луча от излучателя до отражающей поверхности и обратно до приёмника. Путём деления этого времени на скорость распространения лазерного луча определяется расстояние до объекта. Для производства работ не нужен непосредственный доступ к объекту, не нужны отражатели или другие приспособления, необходима лишь прямая видимость. По результатам сканирования составляется трёхмерная модель, успешно конвертируемая в САД и ГИС-приложения [4].

С помощью трёхмерной цифровой модели карьера, решаются различные задачи горного предприятия. По результатам лазерного сканирования возможно непрерывное пополнение цифровой модели карьера, с целью оперативного учета движения горной массы. Объём взорванного блока может быть получен с высокой точностью через несколько часов после взрыва путём наложения друг на друга двух моделей (до и после взрыва). Также цифровую модель возможно использовать для наблюдения за деформациями. Это могут быть здания и сооружения, земная поверхность на подрабатываемых территориях, оползни, отвалы, обрушения и другие области возможных смещений. И все измерения осуществляются не по контрольным точкам, а в режиме сплошных наблюдений. Величина, объём, и направление деформаций вычисляются путём наложения моделей объекта для каждого цикла измерений.

Лаборатория устойчивости бортов карьеров и сдвижения горных пород в течение многих лет проводила инструментальные маркшейдерские наблюдения по контрольным точкам вокруг карьера и по профильным линиям. Методика инструментальных наблюдений по контрольным точкам заключается в создании сети реперов по периметру карьера вблизи верхней бровки. При выявлении деформаций на ослабленных участках выполняется сгущение сети реперов в виде профильных линий. Профильные линии закладываются перпендикулярно к простиранию борта карьера в предельном положении.

Раньше для выполнения данных работ применялся оптический нивелир. Этот процесс занимал много времени и был трудоемким. Кроме того результатами наблюдений являлись лишь высотные отметки,

позволяющие определить лишь вертикальную составляющую деформации. Направление же деформаций инструментально не фиксировалось.

За последний год маркшейдерская инструментальная база лаборатории устойчивости бортов карьеров и сдвижения горных пород института «Уралмеханобр» была полностью переоснащена.

Сегодня в лаборатории есть все необходимое оборудование для решения задач по наблюдению за деформациями бортов карьеров и сдвижения горных пород. Приобретены роботизированная тахеометрическая станция Trimble S6 и системы спутниковой навигации GPS-ГЛОНАСС Trimble R8. Обработка данных проводится в программных комплексах CREDO, Surpac и AutoCad.

Данная статья посвящена новым методам наблюдений за деформациями бортов карьеров с применением роботизированной тахеометрической станции Trimble S6.

Лабораторией «УБК и СГП» совместно с ОАО «УГОК» разработан проект отработки приконтурных запасов руды Учалинского карьера.

Отработка приконтурных запасов неизбежно связана с увеличением углов погашения бортов карьера, что требует повышенных мер безопасности.

Для контроля участка опытно-промышленной отработки нашими



специалистами был разработан проект наблюдений, сущность которого заключалась в закладке 12 реперов выше участка отработки, по которым проведены две серии наблюдений. Анализ результатов наблюдений показывает, что часть реперов проседает. Используя традиционные методики весьма затруднительно понять объем деформационных процессов, поскольку в данных горнотехнических условиях невозможно заложить полноценную профильную линию по нормали к борту. Поэтому в дополнении к традиционным реперам нами с помощью роботизированной станции Trimble S6 проведено лазерное сканирование наиболее опасного участка борта (рис.1.).

Рис.1. Участок отработки

Была задана сетка сканирования с шагом 5×5 м [5]. По результатам сканирования созданы цифровые модели поверхности по состоянию на май и июль 2008г.

В программе CREDO Генплан была рассчитана разность объемов

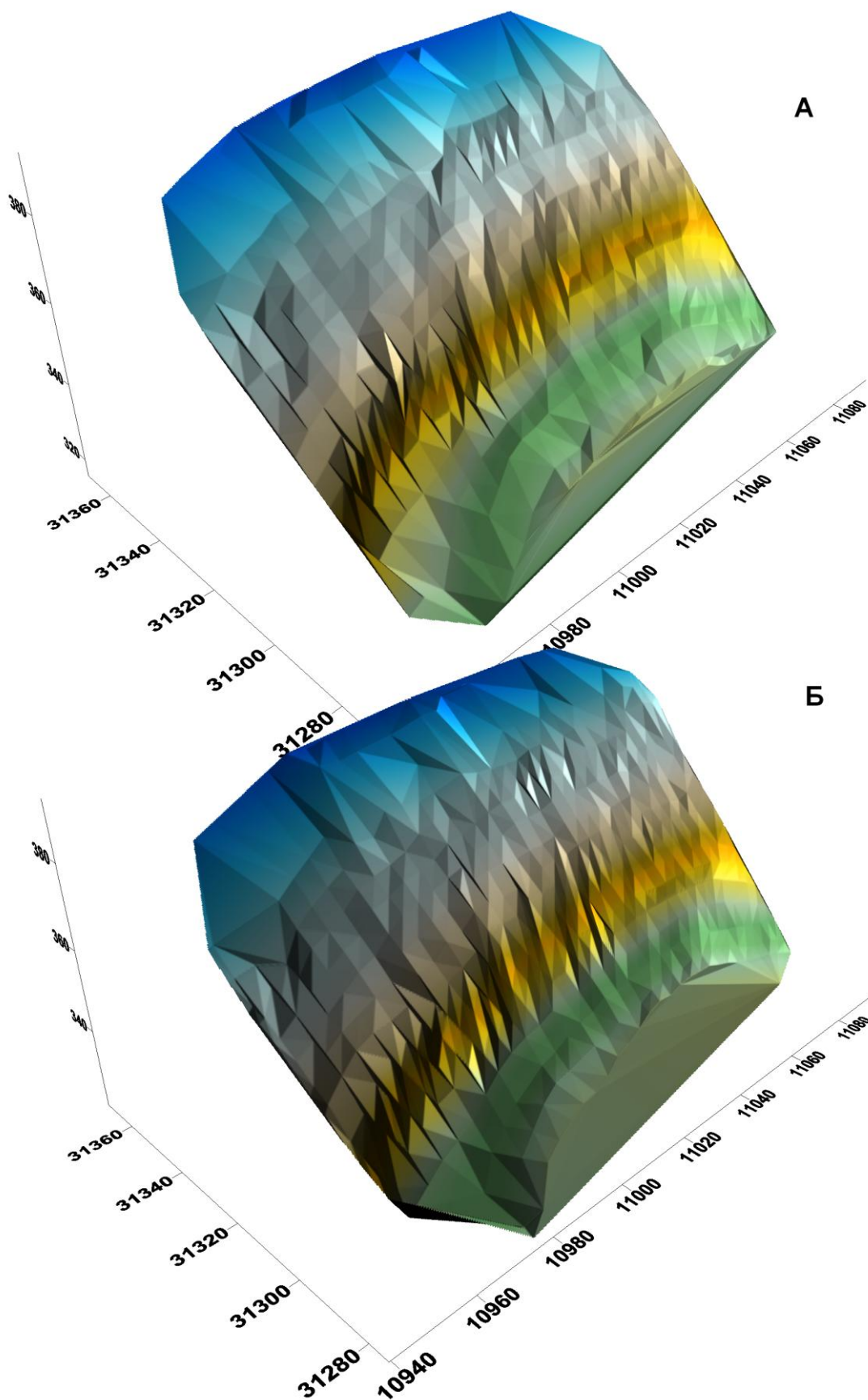


Рис. 2. Трехмерные модели участка борта Учалинского карьера по состоянию на: а - май 2008г; б - июль 2008г.

данных моделей, табл.2 позволяющая оценить возможную величину деформации массива.

Таблица 2

Таблица объемов

Наименование	Объем, м <sup>3</sup>	Площадь, м <sup>2</sup>
Насыпь	1470	3750,07
Выемка	5602	6503,31

Конечно, сложно по двум сериям наблюдений судить о состоянии борта карьера, это вопрос систематических наблюдений, но можно с уверенностью сказать, что новая техника позволяет при минимальной опасности для исполнителя проводить съемку недоступных объектов, обеспечивая при этом необходимую точность наблюдений [2].

Таким образом, сочетая традиционные (нормативные) методики наблюдений с инновационными возможностями новой маркшейдерской техники становится возможной реализация сложных проектов отработки приконтурных запасов с обеспечением безопасности горного производства.

#### Список использованных источников

1. Инструкция по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. – Ленинград.: ВНИМИ, 1971.
2. Охрана недр и геолого-маркшейдерский контроль. Инструкция по производству маркшейдерских работ (РД 07-603-03). Серия 07. Выпуск 15/Колл.авт. – М.: Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003. – 120с.
3. Методические указания по наблюдениям за деформациями бортов разрезов и отвалов, интерпретации их результатов и прогнозу устойчивости. – Ленинград.: ВНИМИ, 1987.
4. Кольцов П.В., Лукичев В.Г. Компьютерное моделирование дамбы хвостохранилища Учалинского горно – обогатительного комбината// Основные направления развития инновационно – инвестиционной деятельности предприятий компании. Материалы второй молодежной научно – практической конференции. Сборник докладов. – Верхняя Пышма: ООО «УГМК – Холдинг», Изд.: Филантроп, 2006г. С. 134 – 138.
5. Кольцов П.В. Совершенствование методов компьютерного моделирования горнотехнических объектов для маркшейдерского обеспечения открытых горных работ. - Екатеринбург.: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.