

АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИБОРТОВЫХ МАССИВОВ НА РАЗРЕЗЕ «КАРАКОМИР» И РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ИХ СОСТОЯНИЯ

Екатерина Васильевна Ситникова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, аспирант, кафедра инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55, e-mail: katya_sitnikova@mail.ru

Сергей Георгиевич Ожигин

Карагандинский государственный технический университет, 100027, Республика Казахстан, г. Караганда, пр. Нурсултана Назарбаева, 56, доктор технических наук, проректор по научной работе, тел. (7212)56-26-27, e-mail: osg62@mail.ru

Дмитрий Александрович Кулыгин

Карагандинский государственный технический университет, 100027, Республика Казахстан, г. Караганда, пр. Нурсултана Назарбаева, 56, преподаватель кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (7212)56-26-27, e-mail: kulyg1n994@mail.ru

В статье рассмотрена разработка проекта наблюдательных станций, предназначенных для мониторинга состояния прибортовых массивов на разрезе «Каракомир», а также анализ их деформаций.

Ключевые слова: разрез, прибортовой массив, наблюдательная станция, профильная линия, мониторинг состояния, анализ деформаций.

ANALYSIS OF DEFORMATION OF INSTRUMENT MASSIFES AT THE OPEN PIT “KARAKOMIR” AND DEVELOPMENT OF A PROJECT OF OBSERVATIONAL STATIONS FOR A MONITORING THEIR CONDITIONS

Ekaterina V. Sitnikova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D. Student, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying, phone: (383)343-29-55, e-mail: katya_sitnikova@mail.ru

Sergey G. Ozhigin

Karaganda State Technical University, 56, Prospect Nursultan Nazarbayev St., Karaganda, 100027, Kazakhstan Republic, D. Sc., Vice-Rector for Research Activities, phone: (7212)56-26-27, e-mail: osg62@mail.ru

Dmitry A. Kulygin

Karaganda State Technical University, 56, Prospect Nursultan Nazarbayev St., Karaganda, 100027, Kazakhstan Republic, Lecturer, Department of Surveying and Geodesy, phone: (7212)56-26-27, e-mail kulyg1n994@mail.ru

The article describes the development of a project of observation stations designed to monitor the state of the near-surface arrays in the open pit “Karakomir”, as well as the analysis of their deformations.

Key words: open pit, near-surface array, observation station, profile line, condition monitoring, deformation analysis.

Введение

Разрез «Каракомир» расположен в г. Караганде, на территории бывших шахт № 17, 26 в восточном крыле Промышленного участка Карагандинского угольного бассейна (рис. 1).



Рис. 1. Обзорная схема расположения разреза «Каракомир»

Горно-геологические условия залегания пластов K_{10} , K_{12} на выбранном участке позволяют вести его отработку открытым способом. Добыча угля открытым способом предполагается до глубины 62 м (отм. +498,0 м). До этой глубины имеется достаточно информации о физико-механических свойствах горных пород. Четверичные отложения покрывают тонким слоем всю площадь шахтного поля и представлены суглинками, супесями и тонкозернистыми глинистыми песками, общей мощностью от 1,0 до 6,0 м [1].

В табл. 1 приведена характеристика угольных пластов К₁₀ и К₁₂.

Таблица 1

Характеристика угольных пластов К₁₀, К₁₂

Наименование	Показатели	
	пл. К ₁₀	пл. К ₁₂
1. Строение пласта	сложное	
2. Выдержанность мощности пласта	выдержанный	
3. Угол падения, градус	до 15	
4. Мощность пласта полная, м	3,78	8,50
5. Мощность пласта полезная, м	3,56	7,28
6. Мощность вынимаемая, м	3,60	7,00
7. Мощность породных прослоев при полной мощности пласта, м	0,22	0,11
8. Объемная масса по угольным пачкам, т/м ³	1,44	1,46
9. Объемная масса с учетом засорения, т/м ³	1,49	1,47

Углевмещающие породы продуктивной толщи представлены алевролитами и аргиллитами. Основные показатели физико-механических свойств пород приведены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-механические свойства пород

Наименование	Прочность, МПа		Плотность, тн/м ³	Влажность, %	Размокаемость
	сжатие	растяжение			
Неогеновые глины	–	–	2,7	6	–
Алевролиты	22,0	1,6	2,6	4–10	средняя
Аргиллиты	10,0	1,0	2,5	6–11	легкая
Песчаники	до 45,0	3,2	2,7	3–6	трудная

Инструментальный маркшейдерско-геодезический контроль состояния карьерных откосов выполняется путем создания сети наблюдательных станций в виде профильных линий реперов, закладываемых на прибортовой полосе, бермах уступов или на отвалах, перпендикулярно верхней бровке карьера на наиболее опасных участках карьера, для производства инструментальных наблюдений. Целью проводимых маркшейдерских инструментальных наблюдений является [1, 5]:

- а) определение границ распространения и вида деформаций горных пород;
- б) определение скорости и величин деформаций;
- в) определение критической величины смещений, предшествующих началу активной стадии.

Помимо инструментальных наблюдений необходимо регулярно проводить визуальное обследование состояния откосов на разрезе, которое 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 их устойчивость.

После визуального обследования бортов разреза «Каракомир» были выявлены 4 участка, подверженные деформационным процессам.

Участок 1. Северный борт. Группа уступов между гор.+553 / +525 м, протяженностью по фронту 51 м.

Участок 2. Северный борт. Располагается между гор.+553 / +541 м. Деформация по фронту составляет 43 м (рис. 2).

Нарушение устойчивости северного борта разреза (участки 1 и 2) обусловлено наличием деформаций группы уступов в районе выходов угольных пластов под наносы, где в данный момент ведутся добычные работы.

Участок 3. Восточный борт. Располагается между гор.+555 / +505 м. Деформация по фронту составляет 95 м (рис. 3).

Участок 4. Южный борт. Располагается между гор.+551 / +534 м. Деформация по фронту составляет 58 м (рис. 4).

В южной части разреза «Каракомир» производится формирование внутреннего отвала. В результате оседаний свежесыпанной горной массы на поверхности проявляются раскрытия трещин размером 15–20 см.

На участках, где происходят деформационные процессы необходимо проводить инструментальный мониторинг за состоянием прибортовых массивов разреза «Каракомир». С этой целью разработан проект и произведена закладка наблюдательных станций.



Рис. 2. Деформации на северном борту разреза «Каракомир»



Рис. 3. Деформации восточного борта разреза (гор.+555/+506 м)



Рис. 4. Деформации южного борта разреза (гор.+551/+534 м)

Сеть наблюдательных станций включает в себя исходные репера и профильные линии, состоящие из опорных, связующих и рабочих реперов. Плановое и высотное положение исходных реперов определяется при помощи GNSS приемников в Карагандинской местной системе координат и высот.

Исходные реперы располагаются в местах, обеспечивающих их стабильность на все время существования наблюдательных станций.

Каждая профильная линия состоит из 2 опорных и 10–15 рабочих реперов. Расстояния между рабочими реперами, расположенными в пределах призмы возможного обрушения, принимаются равными 10 м, по мере удаления от нее – 20–30 м; расстояния между опорными реперами – 40–50 м. При закладке рабочих реперов на уступах расстояние между ними зависит от ширины бермы. При большой длине профильной линии или наличии недоступных для наблюдения зон с одной установки прибора закрепляются связующие репера. Опорные реперы закладываются вне зоны деформаций верхней площадки борта карьера.

Разбивка реперов профильных линий производится инструментально с помощью электронного тахеометра Leica TS16. Места закладки реперов обозначаются деревянными колышками или арматурными обрезками диаметром до 10 мм и длиной 30–40 см.

Для производства инструментальных наблюдений проектом предусматривается создание *четырёх наблюдательных станций* в виде профильных линий реперов, закладываемых на верхней площадке и уступах борта разреза перпендикулярно его верхней бровке.

Наблюдательная станция I, заложена на северном борту разреза (гор. 557/533 м), в районе деформаций. По состоянию на декабрь 2018 г. наблюдательная станция состоит из двух профильных линий, включающих в себя 3 опорных и 17 рабочих реперов. Станция предназначена для контроля состояния горного массива в зоне выхода пластов под наносы. Общий вид района наблюдательной станции I представлен на рис. 5.

Наблюдательная станция II, заложена в восточной части разреза, в зоне подработанной территории и предназначена для контроля зоны с наиболее крутыми параметрами борта разреза. Наблюдательная станция состоит из 2 опорных и 10 рабочих реперов. Общий вид района наблюдательной станции II представлен на рис. 6.

Наблюдательная станция III заложена на юго-восточном борту разреза и предназначена для контроля состояния рабочего борта разреза. Станция включает в себя 2 опорных и 9 рабочих реперов. Общий вид района наблюдательной станции III представлен на рис. 7.

Наблюдательная станция IV заложена в юго-западной части разреза в районе внутреннего отвала. Станция предназначена для наблюдения за состоянием внутреннего отвала и включает в себя 3 опорных и 10 рабочих реперов.

Инструментальный маркшейдерско-геодезический контроль производится с использованием электронного тахеометра Leica TS 16 (рис. 8).

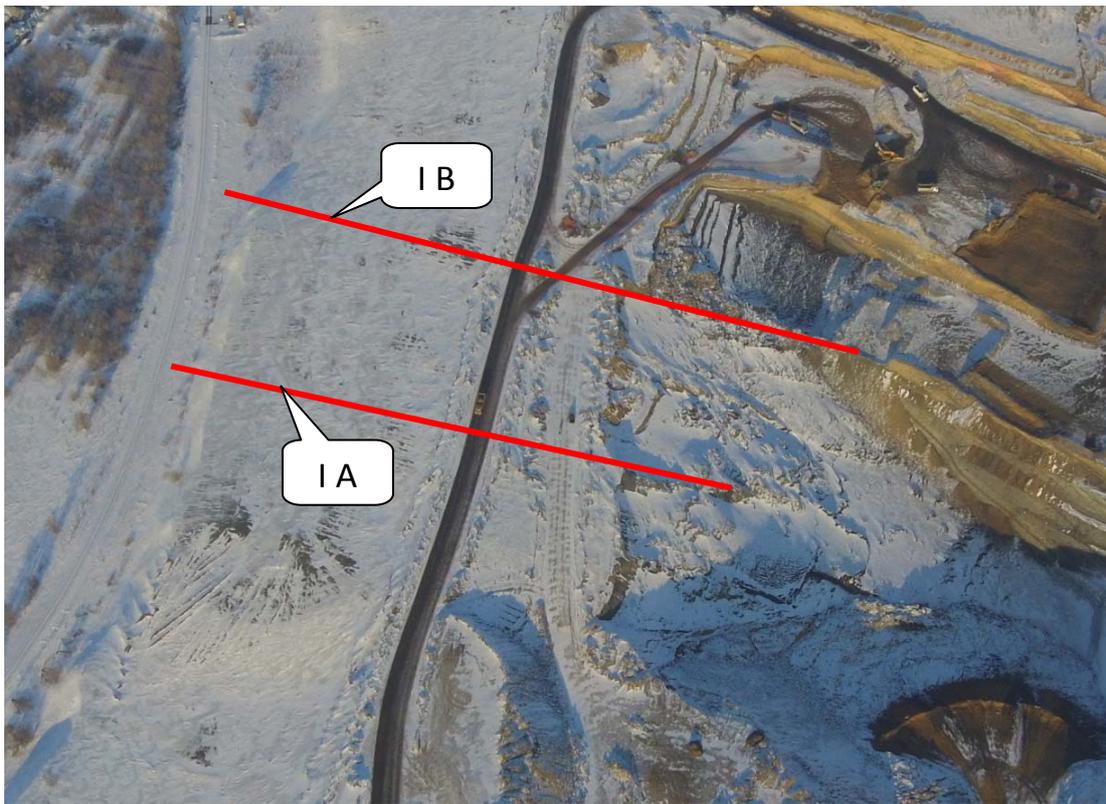


Рис. 5. Расположение наблюдательной станции I

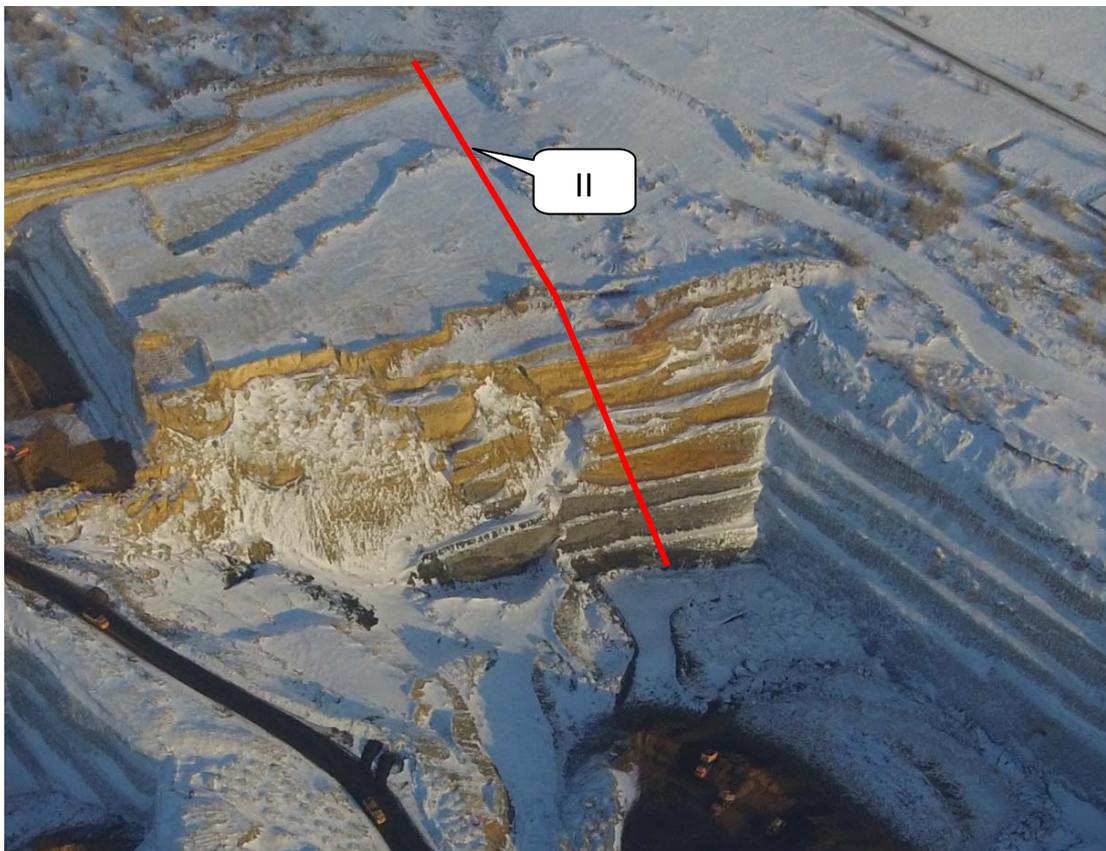


Рис. 6. Расположение наблюдательной станции II

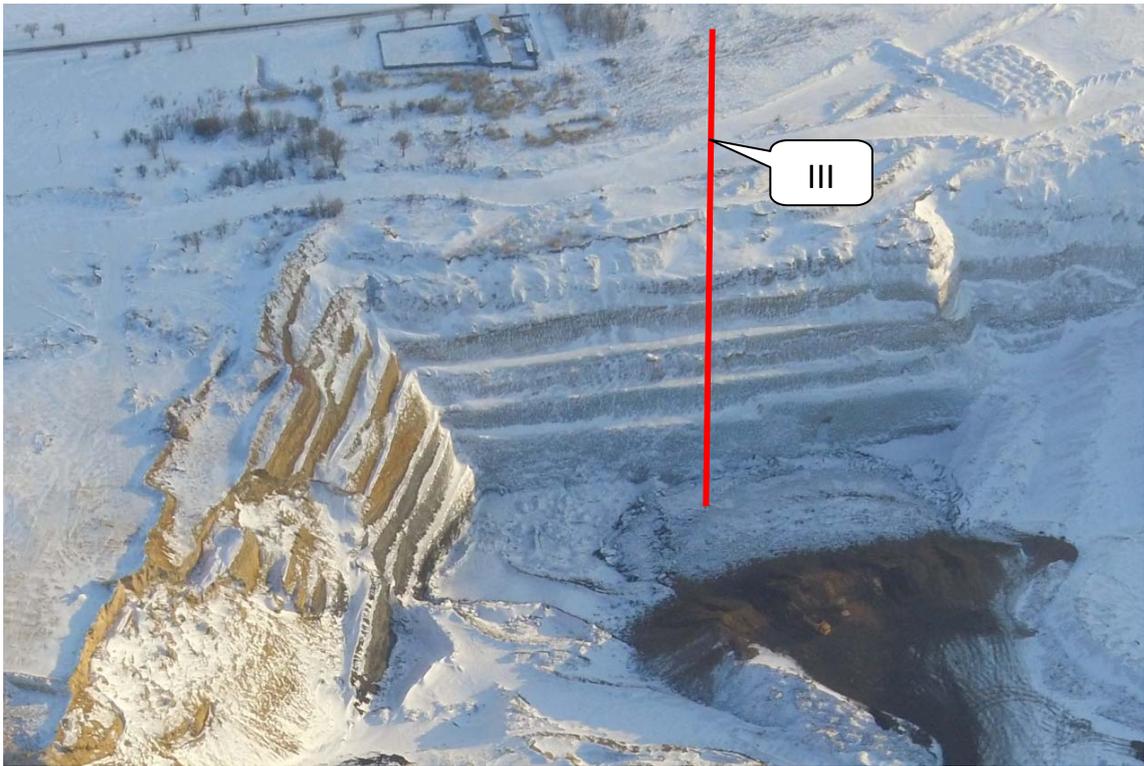


Рис. 7. Расположение наблюдательной станции III



Рис. 8. Инструментальные наблюдения на разрезе «Каракомир»

Для каждой из созданных на разрезе наблюдательных станций определены схемы привязки и ориентирования опорных и связующих реперов профильных линий, позволяющие при производстве наблюдений быстро и безошибочно находить исходные пункты и придерживаться единой системы ориентирования в разных сериях наблюдений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проект промышленной разработки списанных и балансовых запасов каменного угля на шахтных полях 3, 3бис, 17, 26 Промышленного участка Карагандинского бассейна Том II. Отработка пласта К₁₀ на участке открытых горных работ полей бывших шахт № № 17, 26 Книга 1. Технологическая часть. – Караганда, 2012. – 102 с.
2. Инструкция по наблюдению за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. – Л. : ВНИМИ, 1971. – 188 с.
3. ВНИМИ. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. – Л., 1972. – 165 с.
4. Методические указания по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. Согласованы приказом Комитета по государственному контролю за чрезвычайными ситуациями и промышленной безопасностью Республики Казахстан от 22 сентября 2008 г. № 39.
5. Природные и техногенные основы управления устойчивостью уступов и бортов карьера / И. И. Попов, Ф. К. Низаметдинов, Р. П. Окатов, В. Н. Долгоносков. – Алматы : Гылым, 1997. – 215 с.
6. Мониторинг устойчивости бортов карьеров Казахстана / Ф. К. Низаметдинов, С. Г. Ожигин, С. Б. Ожигина, Д. С. Ожигин // Маркшейдерский вестник. – 2013. – № 3. – С. 19–24.
7. Низаметдинов Ф. К., Ожигин С. Г., Ожигина С. Б. Управление устойчивостью бортов карьеров // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 3. – С. 30–34.
8. Ожигин С. Г. Маркшейдерско-геологический мониторинг состояния устойчивости карьерных откосов // Новости науки Казахстана. – Алматы : НЦНТИ, 2007. – С. 12–16.
9. Оценка рисков возможных обрушений уступов стационарного борта разреза «Богадырь» при проектировании усреднительного угольного склада / О. В. Старостина, В. Н. Долгоносков, Е. В. Ситникова, А. В. Михнев // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – С. 78–86.
10. Нурпеисова М. Б., Курманбаев О. С., Бек А. А. Мониторинг состояния прибортовых массивов и инженерных сооружений // Материалы XXVI международной научной школы им. академика С. А. Христиановича. – Крым, Алушта, 19–25 сентября 2016 г. – С. 51–54.
11. Оценка и прогноз устойчивости бортов карьера «Кентобе» / О. Г. Бесимбаева, Е. Н. Хмырова, Ф. К. Низаметдинов, Е. А. Олейникова // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2018. – № 6. – С. 120–126.
12. Модель базы данных маркшейдерского мониторинга состояния прибортовых массивов карьеров / Ф. К. Низаметдинов, С. Б. Ожигина, С. Г. Ожигин и др. // Горный журнал Казахстана. – 2010. – № 12. – С. 32–36.
13. Оценка параметров устойчивых внутренних отвалов на разрезе «Богадырь» / П. С. Шпаков, И. Я. Мирный, В. Н. Долгоносков, О. В. Старостина // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2016. – № 2. – С. 345–356.

14. Проект наблюдательных станций за деформациями откосов уступов и бортов карьеров Жайремского ГОКа / Низаметдинов Ф. К., Ожигин С. Г., Ожигина С. Б. – Караганда, 2002. – 52 с.
15. Панжин А. А. Решение проблемы выбора опорных реперов при исследовании процесса сдвижения на объектах недропользования // Маркшейдерия и недропользование. – 2012. – № 2. – С. 51–54.
16. Оценка устойчивости проектных контуров внутренних отвалов на разрезе «Бога тырь» (Карагандинский угольный бассейн) / П. С. Шпаков, М. В. Шпакова, В. Н. Долгонос, Е. В. Долгоносова // Маркшейдерия и недропользование. – 2011. – № 1 (51). – С. 42–48.
17. Шпаков П. С., Поклад Г. Г., Долгонос В. Н. Определение параметров внешних отвалов на шубаркольском разрезе // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 1999. – № 6. – С. 235–238.
18. Волошина Д. А. Исследование геомеханического состояния прибортовых массивов карьеров // Молодой ученый. – 2017. – № 36. – С. 15–18.
19. Яковлев А. В., Ермаков Н. И. Методика изучения прибортовых массивов для прогнозирования устойчивости бортов карьеров. – Екатеринбург : ИГД УрО РАН, 2008. – 78 с.
20. ГОСТ 25100-2011 «Грунты. Классификация» Межгосударственный стандарт. – М., 2013.

© Е. В. Ситникова, С. Г. Ожигин, Д. А. Кулыгин, 2019