

УДК 622-1

Корецкая Галина Александровна, старший преподаватель
(КузГТУ, г. Кемерово)
Galina Koretskaya, Senior Lecturer
(KuzSTU, Kemerovo)

Корецкий Сергей Борисович, доцент, кандидат технических наук
(КузГТУ, г. Кемерово)
Koretsky Sergey Borisovich, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences
(KuzSTU, Kemerovo)

МАРКШЕЙДЕРСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИ ОТВАЛООБРАЗОВАНИИ

SURVEYING MONITORING WHEN DUMPING

Обеспечение устойчивости бортов разрезов и отвалов является актуальной задачей горного дела [1, 2]. От её решения зависит безопасность работ на разрезах, тип применяемой техники, объёмы потерь и готовых к выемке запасов полезных ископаемых. Инструментальные маркшейдерские наблюдения являются основным средством получения информации о деформациях бортов разрезов и отвалов и наиболее надежной основой для прогноза их устойчивости. Для решения этой задачи маркшейдерская служба на открытых горных работах проводит мониторинг за деформациями и контроль за ведением отвальных работ [3].

На разрезе «Красногорский» ОАО «Южный Кузбасс» в начале марта 2016 года на берме между бестранспортным и транспортным отвалами отвала Внутренний-5-2 появились первые признаки деформаций (рис. 1).



Рис.1. Деформации отвала Внутренний 5-2

В связи с этим был составлен «Проект наблюдательной станции по наблюдению за деформациями участка борта бестранспортных навалов

ЭШ 15/90 №121, в районе профилей 436-455 (Участок С-8). 04.03.2016 г. на этом участке была заложена наблюдательная станция, состоящая из 9 рабочих реперов, и организованы инструментальные маркшейдерские наблюдения. Схема расположения наблюдательной станции представлена на плане (рис. 2).

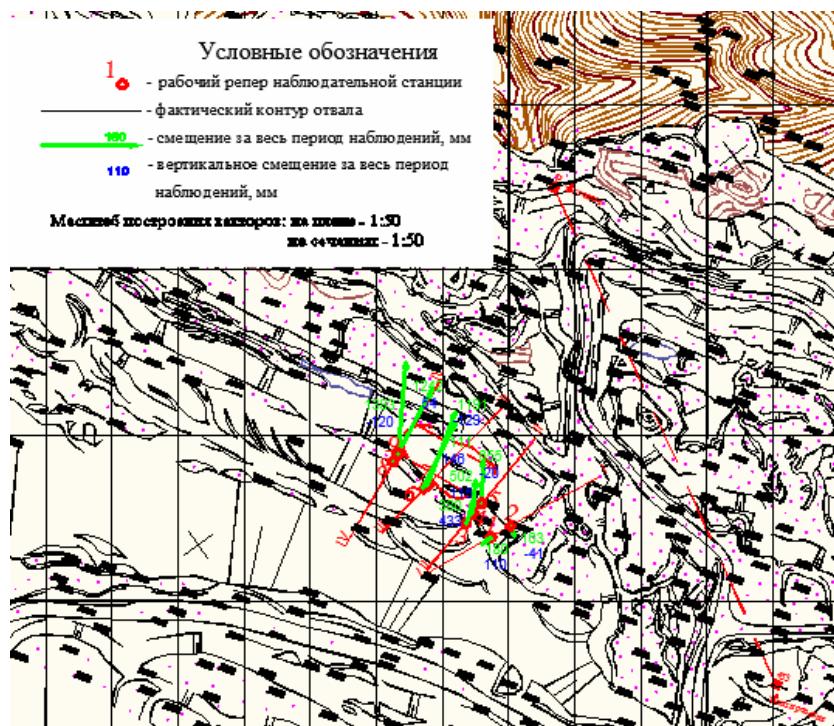


Рис.2. План расположения реперов наблюдательной станции

По результатам наблюдений построены сечения отвала Внутренний 5-2 в районе наблюдательной станции (рис. 3).

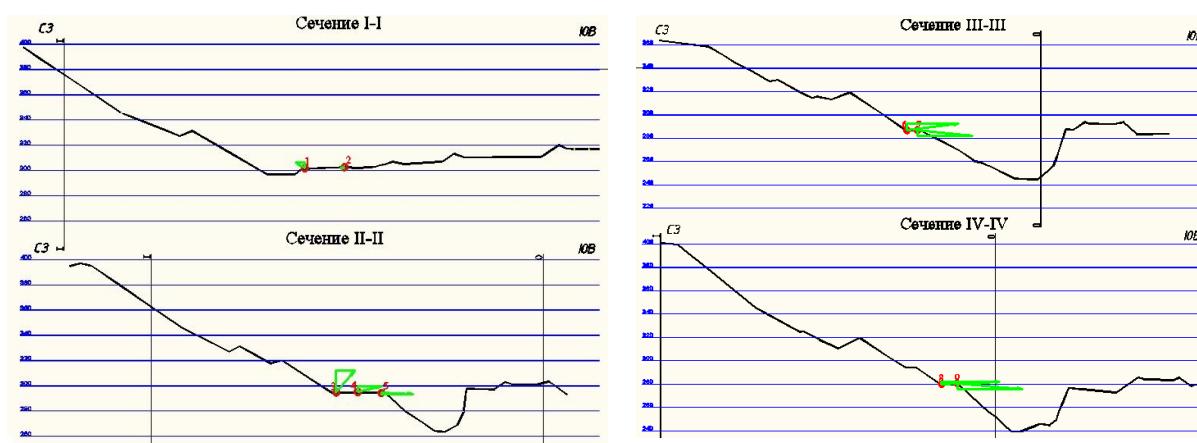


Рис.3. Сечения отвала Внутренний 5-2

Даты проведения наблюдений: первая – 4.03.2016 г.; вторая –

21.03.2016 г., третья – 05.04.2016, четвёртая – 22.06.2016.

Камеральная обработка результатов измерений включала проверку и обработку полевых журналов, вычисление координат рабочих реперов [4, 5]. По координатам рабочих реперов были вычислены горизонтальные ΔP , вертикальные ΔH смещения, полный вектор смещения ΔU и скорости смещения реперов наблюдений V_P, V_H, V_U :

$$\Delta P = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}; \Delta H = H_2 - H_1; \Delta U = \sqrt{\Delta P^2 + \Delta H^2};$$

$$V_P = \Delta P / \text{сут.}; V_H = \Delta H / \text{сут.}; V_U = \Delta U / \text{сут.},$$

где $\Delta X, \Delta Y, \Delta H$ – изменения координат рабочих реперов.

Степень опасности деформаций определяется по скорости смещения и величине деформаций сравнением их с допустимыми значениями, установленными для конкретных пород лабораторными исследованиями [5].

Анализом результатов наблюдений установлено, что на 21.03.2016 г. скорость деформаций составляла 20,8 мм/сут., на 05.04.2016 – 23,1 мм/сут., на 22.06.2016 – 16,2 мм/сут.

Максимальное значение полного вектора за весь период наблюдений (с 04.03.2016 г. по 22.06.2016 г.) достиг 1398 мм (R9). Произошло выпадывание яруса бестранспортного отвала, при этом оползневой процесс на дату последней серии наблюдений (22.06.2016 г.) не стабилизировался.

Скорость смещения реперов и их абсолютная величина за анализируемый период времени (04.03.2016 г. по 22.06.2016 г.) превышали допустимые, указывая на активный процесс смещений.

Исходя из этого, в соответствии с методическими рекомендациями было принято решение о приостановке ведения добычных работ на данном участке до принятия мероприятий по стабилизации деформаций [6].

Были предложены качественные и количественные критерии безопасности отвального массива:

1 Критерий – Количественный говорит о том, что погрешность определения положения реперов одной серии наблюдений, как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости не должна превышать 100 мм;

2 Критерий – Количественный: скорость смещение реперов в горизонтальной плоскости, должна стремиться к нулю. Если скорость смещения реперов возрастает, то следует считать данные деформации опасными, так как они могут привести к оползню отвала;

3 Критерий – Количественный: горизонтальные смещения не должны превышать вертикальные, так как данное превышение означает развитие оползневых деформаций.

В виду соблюдения качественных критериев безопасности, засыпку бермы можно рассматривать в качестве контрфорса, являющегося эффективным мероприятием предотвращения развития деформаций.

Контрфорс – это насыпное сооружение из пород скальной вскрыши, применяемое для укрепления откосов уступов нерабочих бортов, капитальных траншей, а также отвалов рыхлых пород [7]. Возвведение контрфорса технологично, мобильно и эффективно: пригрузка откоса служит подпорной стенкой и дренажной призмой, предотвращает набухание и оплыивание глинистых пород, защищает поверхность откоса от эрозионного разрушения, а поверхность фильтрующего откоса от промерзания, образования наледей, обеспечивает нормальную работу дренажных устройств. К недостаткам сооружений следует отнести большую собственную массу и занимаемые площади, требующие значительной ширины берм, если отсыпка производится на заоткошенные уступы.

В качестве материала были использованы неклассифицированные кусковатые скальные породы в объеме до 80% с крупностью 10–50 см и добавки более мелкой фракции из разнозернистых песков или отходов обогатительных фабрик.

Схема повышения устойчивости яруса отвала путем пригрузки приведена на рис. 4.

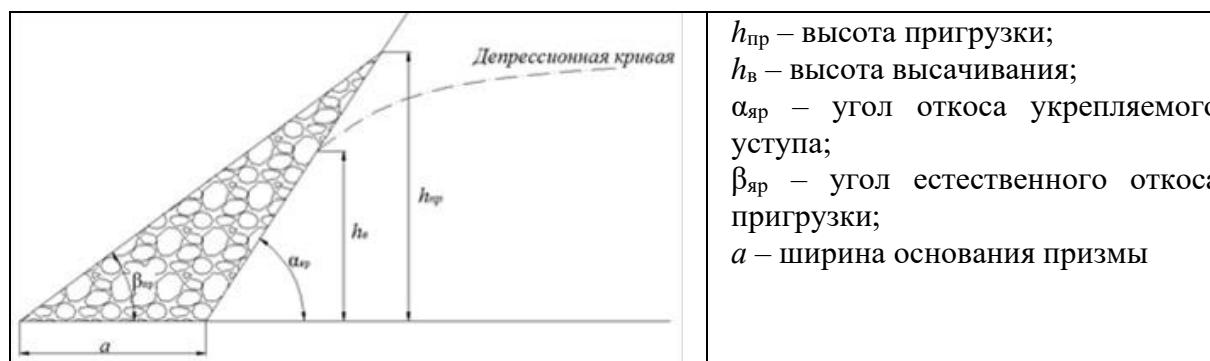


Рис. 4. Схема повышения устойчивости яруса отвала

Отсыпка контрфорсов из скальных пород производилась следующим образом. Контрфорс отсыпали на подготовленное скальное основание, взрыхленное на глубину 1–1,5 м буровзрывным способом. Это повысило сопротивление сдвигу контрфорса в основании. При наличии в основании слабых пород, подающихся экскавации, произвели выемку на такую же глубину, с тем, чтобы основание контрфорса не совпало с поверхностью скольжения.

Прочность контрфорса повышают путем его укладки слоями с последующей укаткой. При этом создаются условия для увеличения угла зацепления кусков породы и исключается неблагоприятная слоистость в сторону выемки. Кроме этого, используя песок для заполнения пустот между

кусками, улучшают их защемление, что повышает сопротивление сдвигу материала контрфорса. Фотоснимок насыпного сооружения, применённого на разрезе «Красногорский», приведён на рис. 5.



Рис.5. Насыпное сооружение на разрезе «Красногорский»

Несмотря на то, что засыпка бермы привела к затуханию деформаций, на данный момент времени соблюdenы только два качественных критерия безопасности отвального массива. Количественный критерий не соблюдается: полный вектор смещения реперов превышает допустимое значение (± 140 мм) и составляет 515–1398 мм за весь период наблюдений с июня 2016 по май 2022 года. Несмотря на снижение скорости смещения реперов, работы по отвалообразованию на данном участке прекращены, что также приводит к затуханию деформаций. Деформационные процессы продолжаются, но носят не опасный характер.

На разрезе «Красногорский» экспериментальными исследованиями доказана возможность применения бестранспортной технологии при углах падения нижнего пласта свиты до $15 - 18^\circ$ путем выполнения различных противооползневых мероприятий, включающих устройство призм упора из скальных пород, оставление целика угля, сооружение барьеров торможения из рельсов или других материалов. Ряд подобных мероприятий целесообразен также на неустойчивых внешних отвалах. Их реализация связана с дополнительными трудовыми и финансовыми расходами, но позволяет существенно увеличить вместимость внутренних отвалов [8].

Анализ и интерпретация результатов маркшейдерского мониторинга за деформацией отвала позволяют сделать следующие выводы:

1. При принятии решения о возобновлении горных работ на разрезе «Красногорский» необходимо продолжить наблюдения за деформациями для обеспечения контроля безопасности ведения горных работ на участке.
2. Цель наблюдений: получение наиболее полных сведений о процессе деформирования прибортовых массивов на всех стадиях оползнеоб-

разования, от момента проявления упругих деформаций до полного затухания смещений при стабилизации (остановке) оползня.

3. По результатам маркшейдерских наблюдений и инженерно-геологической оценки условий устойчивости прибортовых массивов составить прогноз развития деформаций во времени, т. е. произвести оценку степени опасности наблюдаемых деформаций и выполнить предрасчет продолжительности процесса деформирования до момента достижения критических значений величин смещений, деформаций и скоростей.

4. Получение надежных параметров процесса деформирования прибортового массива на том или ином этапе деформирования, оценка степени опасности деформаций, а также прогноз их развития позволят предупредить аварийные ситуации и несчастные случаи при ведении горных работ на разрезе.

Список литературы

1. Справочник маркшейдера : в 3 частях. Ч. 3 / Г. П. Жуков [и др.]; Сиб. угольн. энерг. компания (СУЭК). – Москва: Горное дело, 2015. 416 с.
2. Бахаева С.П., Заворина Е.Н. Прогноз устойчивости породных отвалов на угольных разрезах / ФГБУ «Кузбасс.гос.ун-т им. Т.Ф. Горбачёва», Сиб. Филиал ОАО «ВНИМИ». Новосибирск.: Наука, 2015. 140 с.
3. Инструкция по производству маркшейдерских работ. РД 07-603-03, Серия 07, Нормативные документы по вопросам охраны недр и геолого-маркшейдерского контроля. М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2004. 85 с.
4. Методические указания по наблюдениям за деформациями бортов разрезов и отвалов, интерпретации их результатов и прогнозу устойчивости / М-во угольной пром-сти СССР. ВНИМИ. – Л., 1987. 118 с.
5. Инструкция по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости / М-во угольной пром-сти СССР. ВНИМИ. – Л., 1971. 193 с.
6. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах / ВНИМИ. – Санкт-Петербург, 1998. 160 с.
7. Гальперин А.М. Геомеханика открытых горных работ. М: Изд-во Московского государственного горного университета, 2003 г. 473 стр.
8. Ческидов В.И., Бобыльский А.С. Технолого-экологические аспекты отвалообразования вскрышных пород на разрезах Кузбасса / Российская академия наук, сибирское отделение. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, № 5, 2017 г. DOI: 10.15372/FTPBPRI20170511, eLIBRARY ID: [30488393](#)