

6. Специальные меры безопасности по предотвращению деформационных процессов и обеспечению устойчивости при формировании внешнего отвала №1 участка «Заречный» (089/1(2)). ООО «НТЦ-Геотехнология». Челябинск, 2012. - 147 с.
7. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах: утв. Госгортехнадзором РФ 16.03.1998 / М-во топлива и энергетики РФ, РАН, Гос. науч.-исслед. ин-т горн. геомеханики и маркшейд. дела, Межотрасл. науч. центр ВНИМИ, 1998. – 208 с.
8. Акт технического расследования причин аварии – деформация (оползень) откоса внешнего отвала №1 ПЕ «Разрез Заречный» разрезууправления АО «СУЭК-Кузбасс», 2015. с. 1-18.
9. A guide to tailings dams and impoundments. ICOLD. UNEP. – Bul. 106. – Paris. – 1996.
10. Tailings dams: risk of dangerous occurrences. ICOLD/UNEP. – Bul. 121. – Paris. – 2001.
11. Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов уварьеров, разрезов и откосов отвалов: утв. 13.11. 2020 г. N 439/ Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Зарегистрировано в Минюсте России 18 декабря 2020 г. N 61603. – 70 с.

УДК 622.271.33.026.7

ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ ОПОЛЗНЯ НА РАЗРЕЗЕ «ЗАРЕЧНЫЙ»

В.Л. Мартьянов

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф.Горбачева,
филиал КузГТУ в г.Белово

Внешний породный отвал №1 ПЕ «Разрез Заречный» разрезууправления АО «СУЭК-Кузбасс» эксплуатируется с 2003 года. Проектная вместимость отвала составляет 70,3 млн. м³, а абсолютная проектная отметка его верхнего яруса +440 м.

По данным измерений маркшейдерской службы на конец марта 2015 г. (съёмка от 21.03.2015 г.) фактически было отсыпано в отвал вскрышных пород в объеме 63,1 млн. м³, а абсолютная фактическая отметка верхнего яруса отвала составила +390 м.

На этом отвале 1.04.2015 г. в 13 часов 33 минуты произошла геомеханическая деформация в виде подпошвенного оползня выпирания с вертикальным смещением откоса отвала и со смещением оползневого тела в сторону русла реки Кыргай.

Опозни отвалов в зависимости от формы и положения поверхности скольжения относительно основания отвала делятся на три основных типа (рис. 1): надпошвенные; пошвенные; подпошвенные.

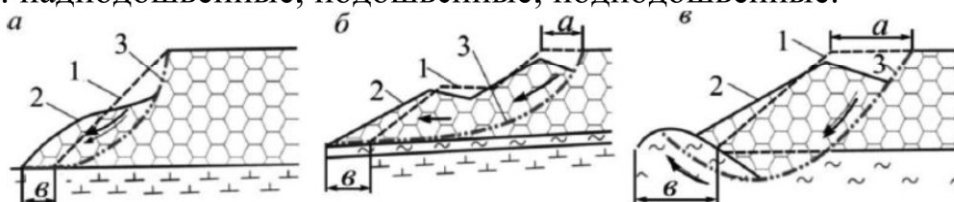


Рис. 1. Типы опозней отвалов: *а* – надподошвенный; *б* – подошвенный; *в* – подподошвенный; 1 – откос до деформации; 2 – откос после деформирования; 3 – поверхность скольжения

Криволинейная поверхность скольжения *надподошвенного* оползня формируется полностью в породах тела отвала. У *подошвенных* или контактных оползней поверхность скольжения формируется в верхней части яруса проходит в теле отвала и в нижней части отвала по слабому контакту «основание – отвал».

При *подподошвенных* оползнях поверхность скольжения проходит как в теле отвала так и в слабых породах его основания. Оползни такого типа образуются при формировании отвалов на основаниях, сложенных слабыми породами, которые под действием гравитационных сил укладываемых в отвал пород выдавливаются перед нижней бровкой в виде вала «выпириания». Такие оползни характеризуются большими размерами, медленным и плавным развитием процесса деформаций.

В целом процесс развития оползня в отвалах проходит 3 стадии или фазы:

- скрытая фаза, без видимых признаков формирования оползня;
- активная, длящаяся от появления видимых признаков разрушения отвала до затухания скоростей деформации;
- фаза затухания, в которой движение пород происходит с убывающей скоростью вплоть до полного прекращения смещения пород.

Оползни выпирания возникают при наличии в основании отвалов слабых пластичных глин или слабых контактов между слоями пород основания, прочностные характеристики которых значительно меньше, чем вышележащих слоев горных пород. Причинами возникновения являются обводнение пород или завышение результирующего угла наклона откоса отвала.

Для подподошвенных оползней выпирания характерно вертикальное смещение в верхней части оползня. Поверхность скольжения при оползнях выпирания опускается ниже поверхности основания отвала и в нижней части выходит на дневную поверхность на некотором расстоянии от нижней бровки откоса, а перед откосом отвала образуется вал выпирания (Рис. 2).

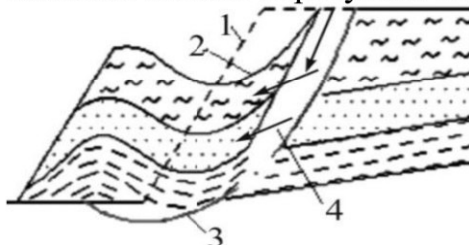


Рис. 2. Оползень выпирания: 1 – откос до деформирования; 2 – откос после деформирования; 3 – поверхность скольжения; 4 – векторы смещения пород

Все оползни отвалов рассматриваются как результат несоответствия параметров отвалов сопротивлению сдвига отвальных пород или сдвига пород в их основании. У оползней выделяются следующие два основных

параметра: ширина призмы возможного оползания и зона влияния. Ширина призмы возможного оползания это расстояние между верхней бровкой отвала и вероятной наиболее напряженной поверхностью скольжения. Ширина зоны влияния оползня определяется в его подошве. Ширина зоны влияния оползня это расстояние между нижней бровкой отвала и контуром распространения оползших и откатившихся масс пород с откоса отвала, в его основании.

Ширина призмы оползания или длина оползневого тела, измеренная от линии отрыва верхних ярусов отвала на горизонтах +360 и +377 м, до нижней бровки отвала составила 1400 м, ширина от 800 до 1100 м. Смещение отвала по высоте м на горизонтах +360 и +377 м составило от 10 до 25. Объем породы, заключенный между поверхностью деформированного массива и фактической плоскостью скольжения, т.е. объем оползневого тела, составил 27,5 млн. м³. Объем выхода пород отвала за границы его проектного контура составил более 7,5 млн. м³. Обзорная схема расположения участка деформации приведена на рис. 3.



Рис. 3. Схема расположения участка деформации

Средняя скорость движения тела оползня составила 33 м/мин. В результате движения оползня произошло образование вала выпирания пород основания отвала высотой до 6 м.

Зоной влияния оползня были повреждены местные автомобильные и железнодорожные транспортные коммуникации (автодорога п. Недорезово – разрез «Талдинский», емкости и резервуары ГСМ филиала «Талдинский угольный разрез» ОАО «УК «Кузбассразрезуголь»).

Повреждены две воздушные линии электропередачи ВЛ-110 кВ, две воздушные линии электропередачи ВЛ-10 кВ: ВЛ-110 кВ ОТ1 Северный борт Ускатская Талдинская 1; ВЛ-110 кВ ОТ2 Северный борт Ускатская Талдинская 2; ВЛ-10 кВ № 10-3т, питающую АБК и котельную филиала «Талдинский угольный разрез» ОАО «УК «Кузбассразрезуголь»; ВЛ-10 кВ

№ 10-4т, питающую дробильно-погрузочный комплекс филиала «Талдинский угольный разрез» ОАО «УК «Кузбассразрезуголь».

Приостановлена отгрузка угля следующих организаций: ООО «ТалТЭК» (76 вагонов); ООО «ПромУглесервис» (100 вагонов); ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» (120 вагонов); ООО ХК «СДС-уголь» (140 вагонов); ОАО «СУЭК-Кузбасс» (250 вагонов).

Из-за повреждения указанных воздушных линий электропередач было приостановлено электроснабжение целого ряда горных предприятий района горной аварии: ООО «Разрез Талдинский-Западный», ООО «Разрез им. В.И. Черемнова» ЗАО «ИК «ЮКАС-Холдинг», ООО «Ресурс», ООО «Разрез Южный, филиал «Талдинский угольный разрез» ОАО «УК «Кузбассразрезуголь», ЗАО «Шахтоуправление «Талдинское-Южное», ЗАО «Шахтоуправление «Талдинское-Кыргайское.

Ширина зоны влияния оползня и высота оползневого участка с повреждением промышленных и хозяйственных объектов составили:

- на реке Кыргай – ширина и высота оползневого тела соответственно 800 м и 20 м;
- на двухпутном магистральном подъездном железнодорожном пути к карьерным путям Талдинского ПТУ – 1150 м и 21 м;
- на асфальтированной автодороге п. Недорезово - филиал «Талдинский угольный разрез» ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» - 1000м и 24 м.

Активизация и развитие деформационных процессов или инициирующее оползень событие произошло в районе тальвега (линии водотока или русла) лога. Это спровоцировало масштабное нарушение устойчивости отвала по его склону и повлияло на целостность отвального массива в краевой южной части отвала. Проложенная вдоль нижней проектной границы отвала автодорога не позволяла дренированию подзенных вод основания отвала, что способствовало насыщению водой этого участка основания. По достижению оползневой массы обводненного участка основания отвала вдоль автодороги, тело оползня сменило направление движения с северо-западного вектора движения на западный и юго-западный векторы, т.е. стало двигаться по пути наименьшего сопротивления. По достижении естественной преграды в виде западного склона реки Кыргай, вектор движения оползня обозначился вдоль русла реки в южном направлении, при этом тело оползня практически выположилось до горизонтального уровня высотой до 10 м (Рис. 4).

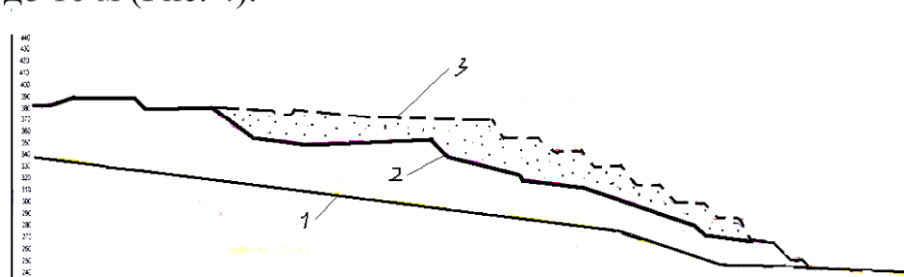


Рис. 4. Профиль отвала: 1 – основание отвала; 2 - фактический (после аварии); 3 – фактический (до аварии)

Основными причинами аварийной деформации откосов внешнего отвала №1 в виде подподошвенного оползня выпирания явились горнотехнические или техногенные, связанные с несоответствием параметров отвала несущей способности его основания и обусловленные совокупным влиянием ряда следующих факторов.

В первоначальной проектной документации по формированию отвала недостаточно были обоснованы следующие проектные решения по его формированию:

1. На локальных участках отвала с пониженной несущей способностью пород его основания допущены отклонения результирующего угла откоса отвала от рекомендованного специализированными организациями (СФ ВНИМИ, ООО СИГИ, ООО «НТЦ-Геотехнология»).

2. Не предусмотрены специальные меры и технические решения по осушению площади отвала, а даны только решения по водоотведению поверхностных вод.

3. В недостаточном объеме выполнена оценка инженерно-геологических и гидрогеологических условий основания отвала и не достаточно обоснованы решения по его инженерной подготовке. В частности, проектом была предусмотрена выемка слабых грунтов в подошвенной части отвала с последующим замещением их скальными породами и с созданием в основании отвала упорной призмы высотой 10 м. Но такое решение служит лишь для предотвращения развития деформационных процессов в отвалах, при формировании их первых нижних ярусов на слабом основании. Оно не обеспечивает общую устойчивость отвала высотой 200 м. Указанные рекомендуемые объемы выемки слабых грунтов и размеры упорной призмы, достаточные только для отсыпки первых двух нижних ярусов отвала.

4. Отсутствуют сведения об отчетной документации выполненных инженерных изысканий, что является нарушением требований приказа № 218 от 25.06.2010 МПР РФ.

5. Не приводятся результаты оценки устойчивости отвала с учетом специальных мер безопасности и принятых результирующих углах откоса отвала в зависимости от особенностей рельефа основания отвала.

6. Не установлена допустимая скорость подвигания фронта отвальных работ, что не соответствует требованиям «Правил безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом» ПБ 05-619-03 (п. 147).

7. Недостаточно обоснованы параметры устойчивости отвала.

Определенное влияние на возникновение аварийной деформации откосов внешнего отвала №1 оказали также природные гидрогеологические и физико-географические факторы. Сочетание неблагоприятных климатических, орогидрографических, инженерно-геологических и гидрогеологических условий привело к дополнительному водонасыщению пород отвала.

ла, особенно его основания, изменению их физико-механических свойств и гидродинамических процессов в теле отвала.

Так в марте 2015 года в районе земельного отвода разреза выпало 28,5 мм осадков или 219% месячной нормы. Орогидрографические условия оказывают отрицательное влияние на устойчивость техногенного массива, если рельеф земной поверхности способствует стоку атмосферных осадков в период паводка и дождей к району отвальных работ, а отвал №1 расположен на тальвегах двух логов. При этом водоемы вследствие инфильтрационного питания водоносных горизонтов и накопления воды в основании отвалов способствуют за счет капиллярного поднятия воды обводнению складированных пород, росту давления на породы основания и возникновению оползневых деформаций отвалов. Если в основании отвалов залегают пологие или горизонтальные, подвергающиеся увлажнению литологические контакты, процесс их набухания протекает совместно с процессами ползучести. А если они являются верхним водоупором напорного водоносного горизонта, то при отсутствии дренажа этого горизонта происходит набухание глинистых пород и могут возникнуть крупные оползни. Асфальтированная автодорога п. Недорезово - филиал «Талдинский угольный разрез» ОАО «УК «Кузбассразрезуголь», построенная без эффективного дренажа основания полотна в русло реки Кыргай способствовала накоплению воды вдоль дороги, особенно в период снеготаяния, насыщению водой пород основания отвала за счет капиллярного поднятия воды с увеличением массы основания отвала и, следовательно, к уменьшению сопротивления его тела сдвигу. Кроме того, в период снеготаяния при оттаивании мерзлых грунтов в них развивается избыточное поровое давление и происходит тиксотропное разжижение грунтов.

Вода постоянный компонент подвижной фазы горных пород. Благодаря таким своим свойствам как высокая подвижность, теплоемкость и химическая активность она оказывает существенное влияние на свойства горных пород и процессов, протекающих в них. Процессы миграции подземных вод в условиях водопонижения и производства открытых горных работ, достигающие большой интенсивности, являются причиной многих горно-геологических явлений, особенно в толщах дисперсных, в том числе гидрофильных (глинистых) и раздельнозернистых пород. Свойства подземных вод изменчивы и, соответственно, эффект воздействия их на состояние и свойства горных пород подвержен колебаниям. Высокая изменчивость свойств пород является следствием высокой чувствительности самой структуры молекулы воды.

Сейсмичность района горных работ также приводит к тиксотропному разжижению грунтов основания отвалов. Поэтому имеется вероятность, что на возникновение аварийной деформации повлияли и два сейсмических события в период с 15.03 по 03.04.2015 г. в виде крупных промышленных взрывов, произошедших накануне аварии и вызвавших колебания поверхности магнитудой 2,1 и 2,5 балла в районе отвала.

Общие предварительные затраты от аварии без учета НДС по данным ОАО «СУЭК-Кузбасс» составили 2 951 886 591 руб. В том числе: прямой ущерб 1 265 229 232 руб; расходы на ликвидацию и расследование аварии 287 337 891 руб; экологический ущерб 1 398 319 468 руб.

Список литературы

1. Гальперин, А. М. Геомеханика открытых горных работ: учебник. – М.: МГГУ, 2012. – 474 с.
2. Бахаева, С. П. Расчет устойчивости откосов при открытой геотехнологии: учеб. пособие / С. П. Бахаева; КузГТУ «Кузбас. гос. техн. ун-т». – Кемерово, 2011. – 158 с.
3. Воронков, В.Ф. Геомеханика открытых горных работ: учеб. пособие [электронный ресурс] для студ. спец. 130403 / В. Ф. Воронков; КузГТУ. – Кемерово, 2011. – 61 с.
4. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах: утв. Госгортехнадзором РФ 16.03.1998 / М-во топлива и энергетики РФ, РАН, Гос. науч.-исслед. ин-т горн. геомеханики и маркшейд. дела, Межотрасл. науч. центр ВНИМИ, 1998. – 208 с.
5. Нурпеисова М.Б., Касымканова Х.М. Устойчивость бортов рудных карьеров и отвалов. – Алматы: КазНТУ, 2006. – 131 с.
6. Ольховатенко, В.Е. Инженерно-геологические условия разработки открытым способом угольных месторождений Ерунаковского месторождения Кузбасса и оценка состояния окружающей среды / В.Е. Ольховатенко, Г.И. Трофимова. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2011. – 204 с.
7. Акт технического расследования причин аварии – деформация (оползень) откоса внешнего отвала №1 ПЕ «Разрез Заречный» разрезоуправления АО «СУЭК-Кузбасс», 2015. с. 1-18.
8. Заключение экспертной группы об обстоятельствах и причинах деформаций на внешнем отвале №1 ПЕ «Разрез Заречный» разрезоуправления АО «СУЭК-Кузбасс», 2015. с. 1-37.
9. Swindels. Design criteria and disposal planning for mine tailings storage. Proc. of the Workshop on Management the Rusks of tailing Disposal QSME/SIDA/UNEP. Stockholm, Sweden. – 1997. – p. 89 – 99.
10. Penman A.D.M. The need for dams safety. Case studies on tailing management. ICME-UNEP. – Paris. – 1998. – p. 5-6.
11. Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов уварьеров, разрезов и откосов отвалов: утв. 13.11. 2020 г. N 439/ Федеоальная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Зарегистрировано в Минюсте России 18 декабря 2020 г. N 61603. – 70 с.

УДК 622.271.453

АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ ОПОЛЗНЯ ОТКОСА ВНЕШНЕГО ОТВАЛА НА РАЗРЕЗЕ «ЗАРЕЧНЫЙ»

В.Л. Мартьянов

Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева, филиал КузГТУ в г. Белово

Разрез «Заречный» входит в компанию ОАО «СУЭК-Кузбасс» и располагается на территории Прокопьевского района Кемеровской области в центральной части Ерунаковского геолого-промышленного района Куз-