

О ВОЗМОЖНОМ МЕХАНИЗМЕ СМЕЩЕНИЙ ГРУНТОВ БОРТА КАРЬЕРА

Владимир Федорович Юшкин

Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, 54, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории горной геофизики, тел. (383)205-30-30, доп. 303, e-mail: L14@ngs.ru

Представлен анализ причин формирования оползневых смещений борта карьера, обусловленных фильтрацией талых вод в осадочных грунтах и дренажом в коренных породах.

Ключевые слова: грунтовый массив борта карьера, трещиноватость коренных пород.

MECHANISM FOR PIT WALL SOIL MOTION

Vladimir F. Yushkin

Chinakal Institute of Mining SB RAS, 630091, Russia, Novosibirsk, 54 Krasny prospect, D. Sc., Principal Researcher, Mining Geophysics Laboratory, tel. (383)205-30-30, extension 303, e-mail: L14@ngs.ru

The reasons for slides of open pit walls because of melt water infiltration in sedimentary ground and its drainage in hard rocks are analyzed.

Key words: pit wall soil mass, hard rock jointing.

Исследования разрушений и отступления линии бортов вскрышных пород в карьерах и угольных разрезах становятся актуальными с увеличением продолжительности разработки месторождений, глубин добычи полезных ископаемых и вызваны как научным интересом, так и производственной необходимостью. Систематические наблюдения и накопление фактических данных о характере и скорости развития сезонной эрозии бортов, сложенных осадочными грунтами, формируют представления о зоне бортов карьера или разреза как о природной геосистеме со специфическим комплексом прямых и обратных связей.

Эрозионные процессы в бортах карьеров и разрезов протекают довольно интенсивно, особенно в весенне-летний период, вызывая локальные разрушения и переформирование склонов, что усложняет разработку месторождений. По данным карт спутников Викимэпии [1], такие процессы имеют место на ряде карьеров и разрезов юга Западной Сибири. В основном это связано с рельефом местности, геологическим строением отложений, климатическими условиями региона. Процессы в грунтах, вызывающие переформирование бортов, включают ряд взаимосвязанных и взаимодействующих друг с другом факторов.

К таким факторам в приповерхностной части осадочных грунтов в бортах карьеров и разрезов относят эрозионные процессы, обусловленные сезонной термоденудацией, термоабразией, стоком грунтовых, дождевых и талых вод [2]. Термоденудация и эрозия – малоисследованные процессы сезонного разрушения пород и сноса продуктов при тепловом и размывающем механическом воздействии постоянных и временных водотоков, широко распространенные в бортах карьеров и разрезов юга Западной Сибири. Сложность изучения таких процессов обусловлена как труднодо-

ступностью объекта исследований, так и необходимостью организации наблюдений в зоне ведения горных работ.

На борт, подверженный термоденудации, существенно влияют такие метеорологические условия, как сезонные изменения температуры окружающей среды, промерзание грунтов, а также характер снегонакопления и дождей, зависящих от ветрового режима. Многолетний ход этих условий на юге Западной Сибири испытывает вариации, на что реагирует процесс оттаивания и эрозии, создавая условия для отседания и обрушений бортовых обнажений. Кроме того, изменение скорости термоабразии приводит к изменению ширины термотеррас, тем самым стимулируя либо замедляя процесс термоденудации.

Показатели, влияющие на развитие эрозии: относительное отседание пород при оттаивании; температура пород на глубинах нулевых колебаний (промерзания); средняя температура воздуха; коэффициенты теплоотдачи от воды к породам. Эти показатели определяются как факторы первого порядка, к которым относятся дополнительно [2, 3]: режим уровня дождевых и талых вод; режим вдоль бортового потока наносов; сопротивляемость пород размыву, зависящая от их литологии, физико-механических, теплофизических свойств (плотности, угла сдвига, коэффициента теплоотдачи), температуры, объема обвальных пород, являющегося функцией высоты борта, относительной осадки пород при сезонном оттаивании, профиля склона, извилистости линии борта.

Ко второстепенным факторам, влияющим на развитие эрозии, относят: статическую устойчивость пород склона; гидрогеологические условия рельефа местности; наличие защитного растительного покрова; выветривание пород.

Методы исследований отступления линии бортов основаны, как правило, на полевых дистанционных наблюдениях [2, 3]. При очевидной их важности они локализованы на ограниченной территории и не могут охватить непрерывно достаточно длительный интервал времени. Поэтому основную роль в изучении многолетней динамики отступления линии бортов в карьерах и разрезах в результате эрозионных процессов приобретают материалы наблюдений, такие как космические и аэрофотоснимки, видеосъемка с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), наземное лазерное сканирование [4–6], получаемые с большими временными интервалами. Современные программно-технические средства получения и обработки фотоизображений и данных сканирования, совмещенные с ГИС-технологиями, позволяют получать с высокой точностью качественные и количественные характеристики образования и развития сезонных эрозионно-термоденудационных процессов в бортах и откосах угольных месторождений.

Известны и используются и так называемые «косвенные» методы, в основе которых лежат ботаническая индикация, исследование закономерностей оттаивания грунтов или геотермический метод, а также сведения о разрушении бортов, получаемые по данным маркшейдерских наблюдений.

Современные подходы к определению скорости отступления линии бортов в условиях конкретных месторождений твердых полезных ископаемых основаны, как правило, на работе с фотореалистичными моделями, получаемыми совмещением аэрофотоснимков с данными сканирования исследуемого участка.

В настоящее время перспективными остаются метод «наблюдательных створов» и метод обработки данных аэрофотосъемки разных лет [2–4]. Первый разработан достаточно давно и заключается в следующем. На участке наблюдений параллельно ли-

нии исследуемого борта на расстоянии 25–50 м от нее прокладывается профиль, оборудованный реперами и марками. На поверхности, где наблюдаются скопления талых и дождевых вод, размечается второй профиль, отстоящий от первого также на 25–50 м. Перпендикулярно выбранным профилям в сторону линии борта или склона прокладываются створы с марками. Расстояние между створами выбирается исходя из конкретных условий и составляет для сканера 50–100 м, расстояние между марками – 25 м.

На коротких участках оборудуется 10–15 створов, на протяженных – 50 и более. В намеченные сроки измеряют расстояния вдоль линии борта с учетом положения марок. Объем измерений и их обработка в этом случае минимальны, а полученные данные достаточно точны. Информацию о скорости отступления линии борта сверяют с результатами других видов наблюдений.

Метод изучения эрозионного отступления бортов с использованием аэрокосмических снимков основан на топографически точном совмещении разновременных и разномасштабных дистанционных данных с помощью программного пакета Scan Ex Image Processor V3.0 и проведении измерений с привлечением ГИС-среды MapInfo Professional 7.5 или аналогичной [2].

Для выявления пространственных закономерностей сезонной термоденудации за ее скорость принимают скорость отступления бровки термоцирков в их вершинной (наиболее удаленной от борта) части, где она максимальна, а обрыв склона близок к отвесному. Расстояние между такими точками в разные периоды измерений по данным аэрофотосъемки составляет величину, на которую отступил борт за счет сезонной термоденудации. Разделив это значение на время между периодами наблюдений, получают скорость отступления бровки термоцирка, которая отражает среднепериодную скорость термоденудации борта.

Инженерно-геологические условия залегания твердых полезных ископаемых рассматриваемого региона Западной Сибири обусловлены существованием здесь 2-х кардинально различных структурных планов: наличием грунтов осадочного происхождения по кровле месторождений, разрабатываемых открытым способом, склонных к оползневым проявлениям и обрушениям в бортах карьеров и разрезов, и присутствием скальных пород на добычных горизонтах.

Рельеф местности юга Западной Сибири в основном холмисто-увалистый, пересекается местами невысокими хребтами, поверхность покрыта осиново-березовой и кустарниковой растительностью, в пределах горных отводов месторождений может быть занята толщей отвалов вскрышных пород. На территории встречаются изрезанные логами временные водотоки и речные долины, осложняющие рельеф. В силу инфильтрационного питания водных объектов по склонам увалов и хребтов развита сеть верховодок, способствующая в ряде случаев увлажнению грунтов по периметрам ведения вскрышных горных работ.

Гидрогеологические условия месторождений сложные. На формирование сети верховодок с учетом профиля местности в зоне бортов определяющее влияние оказывают естественные осадки в виде дождей и стока талых вод в весенний период. Климатические изменения воздействуют на режим схода снежного покрова, таяния грунтов и формирование уровня грунтовых вод. Величины фактических осадков для территории карьера или разреза зависят от межсезонного разброса за соответствующие периоды и могут отличаться по годам в 1.5–2 раза (по совокупности таяния снежного покрова и дождевых осадков) [7].

В ряде случаев рельеф естественной поверхности обуславливает сток атмосферных осадков в периоды дождей и таяния снегов к району ведения горных работ и предполагает скопление сезонных осадков в районе локализации нижних ярусов карьера или разреза. Детальное картирование рельефа местности по данным спутников Викимапии [1] и выделение естественных структур грунта, где образовались оползни, показывает, что основания оползней располагаются в пределах эрозионных врезов, а поверхности проблемных участков представляют собой, как правило, ложбины формы, близкой к параболической, покрытые грунтами переменной мощности, лежащими на скальном основании. Такое строение существенно осложняет гидрологические условия стока вод.

Естественные разрывные нарушения в осадочных грунтах формируются в основном под влиянием природно-климатических факторов сезонного характера в периоды, связанные с промерзанием верхних слоев грунта, появлением талых вод и выпадением ливневых дождей, наиболее активно способствующих самоорганизации и проявлению деструктивных эрозионных процессов в бортах и откосах на около контурных и вскрытых участках карьеров и разрезов.

Разрывные нарушения коренных пород практически утратившие свою подвижность, сопровождаются в основном зонами дробления и повышенной трещиноватости по глубине скального массива, осложнены естественным развитием геологических структур, влияющих на формы рельефа местности.

Это означает, что отседание борта или склона обусловлено не только вымыванием осадочных отложений под действием грунтовых вод по подошве, но и сопутствующими факторами, связанными с накоплением и движением атмосферных осадков и талых вод в процессе фильтрации и дренажа в осадочном массиве с учетом профиля естественной поверхности. Формирование эрозионных процессов обусловлено активностью геомеханических систем блочно-слоевых компонент осадочных грунтов, взаимодействующих в условиях попутного косоугольного сжатия по разнопрофильным уклонам местности.

Наиболее информативными параметрами, определяющими образование зоны отседания, характеризующими его динамику, в том числе на этапе прогрессирующе опасной оползневой активизации, являются значения величин и скорости смещения грунта, глубина развития деформаций по зонам ослабления в массиве (образование и положение поверхности скольжения в результате фильтрации и дренажа), распространение активных смещений по площади отложения. Существенный вклад в образование и развитие термокарстов и трещин в массиве оказывает температурный режим в периоды оттаивания грунта.

Таким образом, развиваемые в настоящее время в геомеханике экспериментальные исследования по качественному и количественному описанию условий формирования отседаний и оползневых смещений борта карьера, обусловленных фильтрацией талых вод в осадочных грунтах и дренажом в коренных породах с учетом структуры массива на основе фундаментальной концепции их блочно-иерархического строения по М.А. Садовскому [4, 5] позволяют отработать вопросы инструментального мониторинга массива с целью определения развития дезинтеграционных процессов при проведении вскрышных работ в карьере, дают основу для повышения безопасности выполнения открытых горных работ на месторождениях твердых полезных ископаемых.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сайт: <http://wikimapia.org/> Вид со спутников Викимэпии (юг Западной Сибири)
2. Пижанкова Е.И. Термоденудация в береговой зоне Ляховских островов (результаты дешифрирования аэрокосмических снимков) // Криосфера Земли. — 2011. — Т. XV, № 3.
3. Юрьев И.В. Проблемы эксплуатации объектов газового комплекса в береговой зоне Западного Ямала // Криосфера Земли. — 2009. — Т. XIII, № 1.
4. Опарин В.Н., Середович В.А., Юшкин В.Ф., Прокопьева С.А., Иванов А.В. Формирование объемной цифровой модели поверхности борта карьера методом лазерного сканирования // ФТПРПИ. — 2007. — № 5.
5. Опарин В.Н., Юшкин В.Ф., Акинин А.А., Балмашнова Е.Г. О новой шкале структурно-иерархических представлений как паспортной характеристике объектов геосреды // ФТПРПИ. — 1998. — № 5.
6. Опарин В.Н., Юшкин В.Ф., Полянкин Г.Н., Гришин А.Н., Кузнецов А.О., Рублев Д.Е. Геомеханический мониторинг временной крепи железнодорожного тоннеля, проходимого в сложных горно-геологических условиях юга Западной Сибири // ФТПРПИ. — 2015. — № 4.
7. Сайт: <http://www.pogodaiklimat.ru/> Архив метеонаблюдений (юг Западной Сибири)

© В. Ф. Юшкин, 2017