

УДК 622.271.3.001

СОСТОЯНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ УСТУПОВ И БОРТОВ КАРЬЕРА ГОРЕВСКОГО ГОКА

Хозяинов А.Н.

Научный руководитель – профессор Юнаков Ю.Л.

Сибирский федеральный университет

Карьер Горевского ГОКа построен на базе Горевского свинцово-цинкового месторождения, расположенного в Мотыгинском районе Красноярского края на левом берегу реки Ангары. Сложность разработки месторождения связана с необходимостью защиты его от вод реки Ангары, протекающей над значительной частью рудных тел.

Прогнозирование и предупреждение деформаций откосов на карьере невозможно без анализа их состояния на текущий период в зависимости от изменяющейся горно-геологической обстановки, а также поведения и состояния пород прибортового массива при их подрезке рабочими уступами. С этой целью было выполнено обследование состояние откосов уступов и бортов карьера.

В результате обследования уступов удалось выявить следующее. Откосы уступов северо-восточного борта карьера горизонта +75м высотой 10м с углом наклона 57° – 77° , расположенные в известняках, содержат осыпи, повсеместно хорошо прослеживаются плоскости скольжения под углами $\sigma=57^{\circ}$ – 77° в сторону отработанного пространства, по которым сформировались откосы уступов. Уступы сложены слоистыми трещиноватыми породами. На участке углисто-слюдисто-известковых сланцев откос формируется по слоистости и имеет неправильную геометрическую форму. Берма находится в хорошем состоянии. Откосы уступа горизонта +65м имеют аналогичные условия с горизонтом +75м. В зоне ожелезненных карбонатно-кварцевых пород происходит более интенсивное разрушение откосов уступов. Северная часть горизонта +55, залегающая в известняках, сформирована плоскостями скольжения (слоистостью пород) с углами падения $\sigma=77^{\circ}$ – 78° . Западная часть горизонта, представленная литифицированными карбонат-кварцевыми породами, сильно разрушена тектоническими процессами и ведением БВР. В районах сопряжения зон интенсивного рассланцевания и дробления пород наблюдается высачивание воды. Расположенные в приконтактной зоне к рудным телам и находящиеся в доломитизированных сидеритизированных известняках откосы уступа северной части горизонта +45 сильно разрушены и подвержены фильтрации воды. Восточная часть, сложенная литифицированными карбонат-кварцевыми породами, повсеместно имеет осыпеобразование и участки деформации в виде заколов верхней части откоса. Нижележащие горизонты находятся на стадии разработки, откосы уступов имеют рабочие параметры, имеют место техногенные разрушения.

Оползневым явлениям подвержена северная часть северо-восточного борта карьера в районе высачивания вод, при этом деформации захватили практически весь борт по высоте. Также наблюдаются отдельные заколы на уступах верхнего горизонта западного борта в районе РЛ0 – РЛ2А, приуроченных к известнякам измененным до глиноподобного состояния.

При существующих на данное время параметрах карьера: глубина карьера 50 – 60 метров, угол откоса борта 28° – 30° , высота уступа 10 м, деформации возможны только откосов отдельных уступов. При постановке на проектный контур глубина карьера значительно увеличится, угол откоса борта будет составлять 40° – 42° , высота уступа 20м, а угол откоса 65° , что делает необходимым системный анализ, с точки зрения устойчивости откосов массива.

Дифференция значений углов уступов имеет место как по площади, так и с глубиной. Она связана как с элементами простирания общей структуры месторождения, так и элементами залегания отдельных пачек пород. Не меньшее влияние на величину угла откоса уступа оказывает и степень выветрелости той или иной разновидности пород. В северо-восточном (С-В) борту карьера угол откоса верхних двух уступов, сложенных в основном известняками (известняки серицитово-кварцево-известковые и углисто-слюдисто-известковые сланцы), равен $32 - 36^\circ$. Это наименьшее значение угла из всех существующих фактических углов уступов на карьере. Элементы залегания как общей структуры месторождения, так и указанных известняков имеют падение в сторону выемки пород. Данные породы наиболее склонны к выветриванию и мощность выветрелых пород здесь достаточно велика. Прочность на сжатие у этих пород $60 - 90$ МПа, а разрыв $12 - 14$ МПа. Угол откоса 3-го уступа по этим же исследованным профилям заметно выше и равен $45 - 60^\circ$. Представлен он наиболее прочными на месторождении сидеритами и массивными рудами с прочностью на сжатие $100 - 120$ МПа. Эти разновидности наименее склонны к выветриванию.

Угол откоса всех трех уступов в пределах С-3 и Ю-В бортов карьера в основном равен $50 - 60^\circ$, иногда снижаясь по первому уступу до 40° из-за процессов выветривания кварц-сидеритовых пород. Здесь мощность выветрелых пород невелика. В бортах карьера есть участки, где мощность кор выветривания достаточно велика.

Уступы Ю-3 нерабочего борта карьера, представлены, в основном известняками. Данный борт в целом ориентирован по простиранию общей структуры месторождения и элементов отдельных его участков. При этом падение откосов уступов здесь наблюдается в сторону, обратную величине падения пород. Угол откосов уступов в этом борту равен $45 - 60^\circ$. Причем угол откоса верхнего уступа снижается до 38° в западной части борта. Это связано с тем, что в верхней части Ю-3 борта наблюдается переслаивание прочных сидеритов, с прочностью на сжатие $120 - 150$ МПа и глинистых, хлоритовидных сланцев, с прочностью $40 - 70$ МПа.

Устойчивость всего Ю-3 борта карьера, при его расширении до проектных контуров, будет определяться устойчивостью именно, глинистых и хлоритовидных сланцев, максимально нарушенных, имеющих наиболее низкие прочностные показатели. Именно с этой пачкой пород будут связаны неблагоприятные процессы и явления, осложняющие условия эксплуатации месторождения.

Устойчивость откосов уступов и С-3 борта карьера будет определяться участками сопряжения оперяющих тектонических нарушений основных рудоконтролирующих разломов. Именно на этих участках элементы дизъюнктивной тектоники будут совпадать с элементами залегания поверхностей литогенетического тела, а в целом они будут падать под пологими углами ($25 - 35^\circ$) вдоль С-В борта карьера. Величины углов внутреннего трения и сцепления по этим поверхностям будут недостаточны для обеспечения запаса прочности откоса. На этих участках возможны наиболее катастрофические явления.

Анализ результатов обследования бортов карьера показал, что наиболее распространенным видом деформации откосов уступов в карьере являются осыпи. Они образуются в результате выветривания пород на поверхности откосов и проявляются в виде отрыва отдельных частиц, кусков и глыб от массива и скатывания их к подошве откосов. В результате образуются углы откосов с величинами близкими к углу естественного откоса раздробленных пород ($34 - 38^\circ$).

Высота осыпей меняется вдоль бортов карьера от $1/4$ до полной высоты уступа, что указывает на различную степень выветриваемости пород. Наиболее существенными факторами, влияющими на интенсивность процесса осыпания являются: литологи-

ческий состав пород; интенсивность и характер трещиноватости, значения угла откосов, способ ведения буро-взрывных работ.

Таким образом:

- На всех горизонтах северо-восточного борта карьера наблюдается осыпобразование. Наиболее сильно осыпи прослеживаются в массивах уступов сложенных глинистыми и хлоритоидными сланцами, углеродистыми и сланцеватыми известняками, глинистыми и слюдистыми кварц-карбонатными породами, в особенности ближе к контакту с рудными телами. Все вышесказанное с высокой долей уверенности можно отнести и к юго-западному борту карьера.
- Анализ величин углов уступов, как в плане, так и по глубине показывает их дифференциацию ($38^\circ - 77^\circ$) в зависимости от ориентировки общей структуры месторождения и элементов залегания отдельных пачек (слоев) или поверхности ослабления. При этом в формировании откосов уступов главенствующую роль играет ориентировка структуры элементов залегания пород и поверхностей ослабления, а также имеет место влияние прочностных свойств пород и буровзрывных работ в приконтурной зоне.
- Оползневым явлениям подвержена северная часть северо-восточного борта в районе высачивания вод, при этом деформации наблюдаются по всей высоте борта, а также в части северо-западного борта.
- Наблюдениями выявлены также деформации уступов с полной потерей их устойчивости и значительными просадками на различных участках бортов.
- Конструкция нерабочих бортов карьера и их устойчивость зависит от физико-механических свойств в прибортовом массиве и систем трещин различного генезиса: по слоистости, тектоническим трещинам и отдельностям, поэтому нами карьерное поле разбито на четыре участка, отличающихся системами влияния трещин на устойчивость откосов. Следует отметить на всех выделенных участках неблагоприятную ориентацию трещин и зон интенсивного рассланцевания и дробления пород, которые хорошо распознаются на участках подверженных деформациям.