Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LII, вып. 1, 1966 г.

УДК 622.271.4

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ПОРОД КАРЬЕРНЫХ ПОЛЕЙ

(на примере Тихвинского горнопромышленного района)

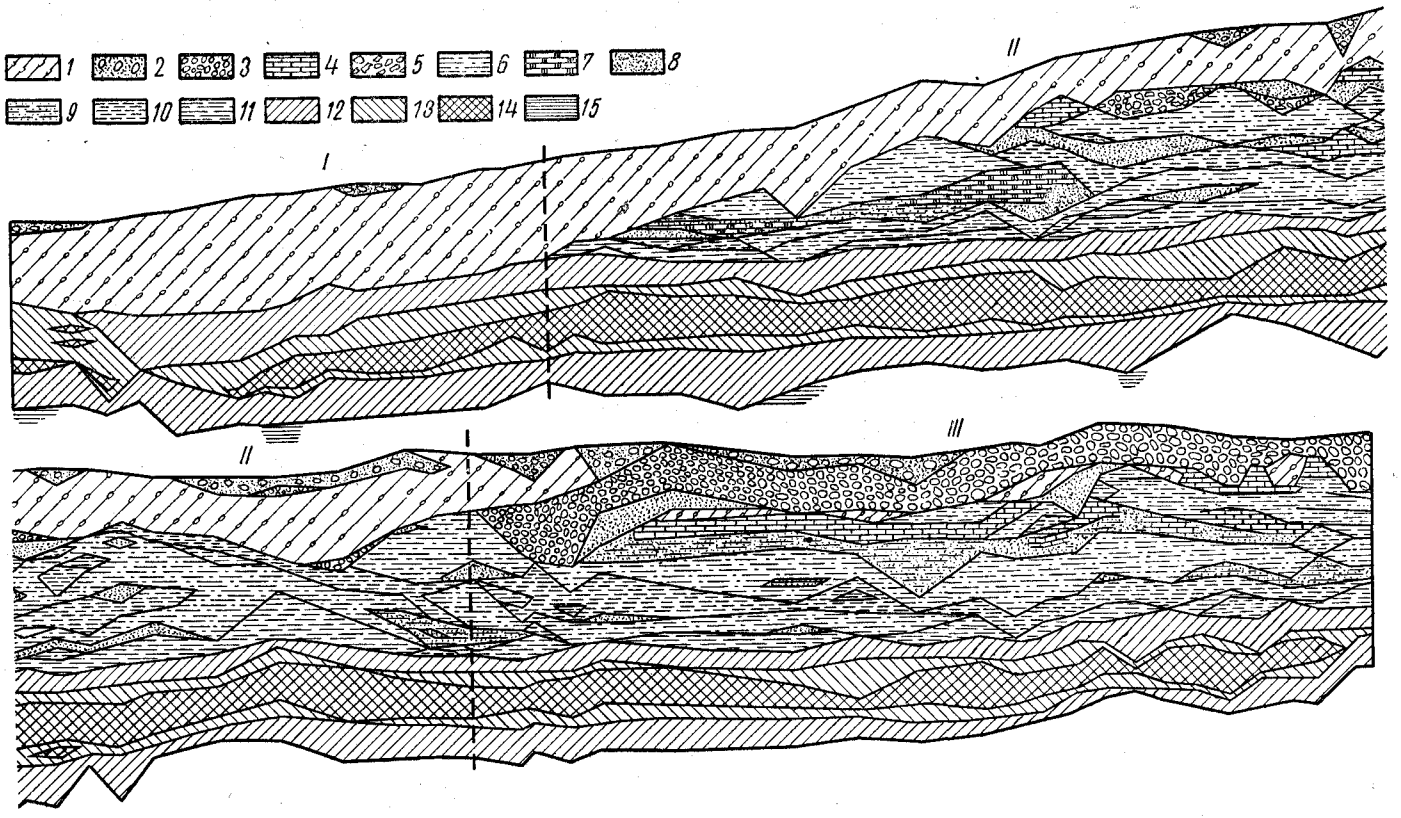
В. Н. Новожилов

Изменчивость геологического строения, гидрогеологических условий и физико-механических свойств горных пород свойственна карьерным полям многих месторождений полезных ископаемых. Нередко мощность пород, подлежащих выемке, также изменяется в значительных пределах. Все это приводит к непостоянству условий устойчивости пород в откосах горных выработок в одном карьерном поле. В таких случаях на основе анализа природных условий для обоснования проектных решений открытых горных работ целесообразно подразделять (районировать) карьерное поле на участки со сходными инженерно-геологическими условиями, определяющими единый подход к проектированию и организации горных работ. Рассмотрим такое районирование в связи с оценкой устойчивости пород на примере карьерных полей Тихвинского горнопромышленного района.

В геологическом строении района, где сосредоточена основная часть месторождений, подлежащих разработке в ближайшие годы, принимают участие палеозойские осадочные породы, которые перекрыты сплошным чехлом четвертичных образований (см. рисунок). Палеозойская осадочная толща представлена преимущественно мягкими песчано-глинистыми породами нижнего карбона. Мощность этих нижнекарбоновых пород и перекрывающих их валунных суглинков изменяется от 10—15 до 50—60 *м*. Трещиноватые известняки, пески и бокситовые породы, а также гравийно-галечные отложения являются породами водоносными и служат основными источниками обводнения горных выработок.

По прочностным показателям эти породы можно отнести к сравнительно слабым [Новожилов, 1962; 1965]. Так, для песчаных и пластичных глин и валунных суглинков среднее арифметическое значение угла внутреннего трения лежит в интервале 17—24°, а сцепление — от 0,250 до 0,340 *кГ/см*^{2}. Наиболее слабыми являются углистые разности пластичных глин, для которых угол внутреннего трения иногда не превышает 8—10°, а сцепление составляет 0,05—0,1 *кГ/см*^{2}.

Строение толщи пород, подлежащей выемке, слоистое. Литологический состав пород сменяется в поперечном и продольном направлениях. Углистые разности серых и черных пластичных глин, как правило, являются плоскостями с пониженным сопротивлением пород сдвигу. Участки карьерного поля, представленные однородными породами, более устойчивы, чем те, где встречаются 2—3 пласта глинистых пород, разделенных песчаными обводненными породами. Линзовидное залегание песков, прерывистость слоев известняков и песчаников приводят к образованию отдельных более или менее изолированных участков выходов подземных вод по бортам карьеров. На таких участках глинистые породы более увлажнены и характеризуются пониженным сопротивлением сдвигу.



Продольный схематический геологический разрез месторождения:

1 — суглинки, $Q_{III}gl$; *2* — пески валунные, $Q_{III}gl$; *3* — галечники, $Q_{III}gl$; *4* — известняки, C_1vmkh; *5* — известняки, разрушенные до щебенки с песчано-глинистым заполнителем, C_1vmkh; *6* — глины песчаные, C_1vmkh; *7* — песчаники, C_1vmkh; *8* — пески, C_1val; *9* — пески глинистые, C_1val; *10* — глины углистые C_1vtl_3 и C_1vmkh; *11* — глины пластичные (надбокситовые), C_1vtl_3; *12* — сиаллиты, C_1vtl_2; *13* — аллиты, C_1vtl_2; *14* — бокситы, C_1vtl_2; *15* — глины подбокситовые, C_1vtl_1;

I, II, III — участки, выделенные на основе инженерно-геологического районирования.

Следовательно, ослабление устойчивости борта под действием подземных вод происходит локально, затрагивая не весь борт в целом, а преимущественно места выхода подземных вод. На участках островного залегания известняков глинистые породы сильно перемяты ледником, в результате чего прочностные свойства пород ниже, чем на участках недислоцированных. К таким участкам на существующих карьерах приурочены наиболее интенсивные оползневые явления [Новожилов, 1963].

При оценке устойчивости пород карьерных полей этого района широко используются карты инженерно-геологического районирования. В результате выделяются наиболее неблагоприятные по условиям вскрытия и отработки участки, что позволяет прогнозировать горно-геологические явления.

Инженерно-геологическое районирование карьерного поля изучаемого района приведено в масштабе 1 : 1000 — 1 : 2000. Для крупных месторождений можно использовать и более мелкий масштаб: 1 : 5000 — 1 : 10 000. Инженерно-геологическая карта карьерного поля синтетическая. Она составляется на основе аналитических карт месторождения: геологической, гидрогеологической, геоморфологической, плана горных работ и развития карьера; в зависимости от конкретных условий могут быть использованы и другие материалы. За основу обычно принимают гидрогеологическую и геологическую карты.

На карьерных полях Тихвинского горнопромышленного района в пределах одного месторождения обычно выделяют 3—4 участка, в той или иной мере отличных друг от друга по условиям устойчивости. В ряде случаев целесообразно наиболее сложный участок подразделять на два подучастка. Так, например, для месторождения, геологический разрез которого представлен на рисунке, выделено три участка. На первом участке толщи вскрышных пород представлены только валунными суглинками, водоносных пород нет. С точки зрения устойчивости это самый благоприятный участок месторождения. На втором участке строение толщи слоистое («слоеный пирог»). Линзы и прослои песков, песчаников и известняков обводнены. Слабые углистые разности пород встречаются как в нижней, так и в средней частях толщи. Здесь условия устойчивости пород в откосах бортов более неблагоприятны, чем на первом участке. На третьем участке условия еще более осложнены за счет обводненных галечников, которые с подстилающими их известняками составляют единый гидравлически связанный водоносный горизонт.

В общем случае при выделении участков следует принимать во внимание: а) рельеф поверхности участка; б) геологическое строение толщи вскрышных пород (литологический состав, условия залегания и т. д.); в) нарушения залегания пород, поверхности ослабления и трещиноватость; г) гидрогеологические условия (число водоносных горизонтов, степень их водообильности, напоры и т. д.); д) физико-механические свойства пород; е) глубину карьера на участке; ж) возможную систему вскрытия и отработки месторождения (участка); з) срок службы бортов, в течение которого необходимо поддерживать выработки в устойчивом состоянии.

На карту инженерно-геологического районирования наносят: 1) рельеф поверхности карьерного поля; 2) местоположение опорных разведочных скважин (в том числе всех наблюдательных гидрогеологических); 3) контуры полезного ископаемого; 4) местоположение продольного геологического разреза (или бортовых разрезов) и поперечных профилей; 5) распространение основных водоносных горизонтов; 6) контуры бортов карьеров и предполагаемых отвалов; 7) местоположение разрезной траншеи; 8) проектируемые дренажные сооружения; 9) границы участков (и подучастков), выделенных на основе инженерно-геологического районирования.

К карте прилагают: а) продольный геолого-литологический профиль (или два бортовых) с показанием водоносных горизонтов и напоров; б) поперечные геолого-литологические профили по каждому участку (подучастку) с нанесением на них расчетного профиля борта; в) расчетную схему, все исходные данные для расчетов и результаты расчетов для выбранных коэффициентов запаса (по рабочему и нерабочему бортам). Карта сопровождается краткой пояснительной запиской с указанием по каждому участку: рельефа, особенностей геологического строения и гидрогеологических условий, свойств пород, характера поверхностей ослабления и других характерных для участка данных.

В пояснительной записке приводят схему возможных мероприятий по обеспечению устойчивости и борьбе с возможными нарушениями уступов бортов и отвалов пород. Здесь же дают схему возможных осушительных мероприятий.

Карта инженерно-геологического районирования карьерного поля является основой, на которой базируется дифференцированный подход к решению задачи устойчивости горных пород в выработках. На основе этой карты и горнотехнических решений по вскрытию и отработке бокситовых залежей для каждого участка рассчитывают оптимальный для данных условий угол заложения борта. Совместно с проектировщиками выбирают конфигурацию борта (число уступов, высоту и углы наклонов уступов) и устанавливают ширину бермы между бровкой карьера и отвалами *. При выборе коэффициента запаса устойчивости необходимо учитывать срок службы каждого участка. На участках первоочередной отработки (въездная траншея и примыкающие к ней площади), где надо поддерживать нерабочие борта в устойчивом состоянии максимально длительное время (на весь срок работы карьера), должен быть выше на 0,05—0,1, чем на участках конечной отработки со значительно меньшим сроком службы.

Для существующих карьеров при анализе причин и факторов деформаций бортов карьеров и для решения других инженерно-геологических вопросов также целесообразно составлять инженерно-геологические карты.

На основе инженерно-геологического районирования по неотработанной части Подсосненского карьера Тихвинским глиноземным заводом приняты рекомендации Ленинградского горного института по увеличению углов заложения нерабочих бортов на 8—10°. Это сократило площадь горных работ на 4570 тыс. $м^3$.

Районирование карьерных полей по условиям устойчивости позволяет более рационально выбирать угол разноса бортов, в ряде случаев резко сократить объемы горных работ, а также прогнозировать опасность развития горно-геологических явлений на карьерах. При таком подходе к оценке устойчивости пород в горных выработках более рационально решаются вопросы технологии вскрытия и отработки месторождений, дренажа карьерных полей, безопасности ведения горных работ и, в конечном итоге, повышается экономичность открытых горных работ.

ЛИТЕРАТУРА

Новожилов В. Н. Физико-механические свойства вскрышных пород месторождения тихвинских бокситов. Зап. ЛГИ, т. XLIV, вып. 2, 1962.

Новожилов В. Н. Оценка устойчивости бортов карьеров при разработке Тихвинских бокситовых месторождений. Зап. ЛГИ, т. XLVIII, вып. 1, 1963.

Новожилов В. Н. Инженерно-геологическая характеристика нижнекаменноугольных пород центральной части Тихвинского горнопромышленного района. Зап. ЛГИ, т. XLVIII, вып. 2, 1965.

* В Тихвинском районе вскрышные породы отсыпают только на борт во внешние отвалы.