

**ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ И ПРОЦЕССОВ
В ЗОНЕ ГОРНЫХ РАБОТ НА УТОЛЬНЫХ И РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ
В СВЯЗИ С ЗАДАЧАМИ ОХРАНЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ**

Г.Г.Скворцов, В.В.Фромм, Б.М.Гамала

Районы горнодобывающей промышленности характеризуются значительными изменениями природной обстановки. Извлечение из недр больших объемов полезных ископаемых и рудомещающих пород, а также подземных вод нарушает естественные условия залегания пород, способствует развитию в земной коре сложных физико-химических и инженерно-геологических процессов и явлений. Поверхность земли в этих районах в связи с ее деформациями, а также размещением отвалов карьеров, шахт и горно-обогатительных комбинатов сильно меняет свой облик. В водоносных горизонтах под действием длительного водоотлива развиваются обширные депрессионные воронки (часто нарушающие условия водоснабжения населенных пунктов), а поверхностные водоемы и водостоки загрязняются шахтными водами и стоками промышленных предприятий. Все эти вопросы имеют большое народнохозяйственное значение, требуют изучения и разрешения.

В последние годы в соответствии с правительственными решениями большое внимание уделяется организации борьбы с загрязнением природных вод. Достигнуты определенные успехи и в упорядочении размещения на поверхности земли отвалов. Например, в Донбассе в настоящее время существует более 1500 отвалов шахт и горно-обогатительных фабрик. Высота отвалов достигает 50-80 м, а в некоторых случаях даже 100 м с объемами до 2-4 млн.м³. Отвалы занимают большие площади, загрязняют окружающую среду. Крутые откосы их подвержены сползательным деформациям. Особенностью отвалов является разогревание их в связи со сгоранием угля и остатков деревянной крепи, причем температура внутри некоторых отвалов может достигать 1000°C и более. С этими особенностями связаны явления, которые называют взрывами отвалов. Природа этих явлений заключается в том, что при оползании откосов отвалов обнажаются их разогретые части; при пронажне-

вении в них дождевых вод происходит "взрыв", во время которого в разные стороны разлетаются раскаленные обломки пород.

В настоящее время принимаются меры к ограничению отвалообразования и изменению их систем. Пустыми породами засыпают обвалы, старые карьеры. В крупных населенных пунктах отвалы постепенно разбирают и их породы используют как строительный материал, а в некоторых случаях как удобрение для сельского хозяйства.

Недостаточно пока применяются меры по борьбе с деформациями поверхности земли над выработанным пространством. Например, большие территории земной поверхности деформированы в Криворожском железорудном бассейне (в бассейне их обычно называют зоной обрушения). При этом происходит как общая просадка поверхности земли, так и образование террасовидных уступов и провальных воронок, достигающих глубины 25-50 м.

Значительные деформации земной поверхности наблюдаются на Белозерском железорудном месторождении, в западных районах Донбасса, для которых вследствие наличия в разрезе глинистых пород характерно мульдобразное проседание поверхности на значительных площадях. Подобные явления широко распространены и во многих других районах с развитой горнодобывающей промышленностью. Характер деформаций земной поверхности зависит от геологического строения района, глубины проведения горных работ, принятых систем разработки, а также от особенностей инженерно-геологических процессов и явлений, которые развиваются непосредственно в зоне горных работ и отголосками которых являются деформации земной поверхности.

Характерным примером в этом отношении является Криворожский железорудный бассейн. Горно-геологические массивы рудных полей в бассейне характеризуются развитием скальных пород сланцевых и железистых горизонтов криворожской железорудной серии протерозоя, крутопадающих в северо-западном направлении. Породы сланцевых горизонтов имеют преобладающие величины временного сопротивления сжатию $700-1200 \text{ кгс/см}^2$, разрыву $250-350 \text{ кгс/см}^2$, а железистых горизонтов соответственно $1100-2200$ и $300-450 \text{ кгс/см}^2$. В бассейне отрабатываются как богатые железные руды, так и бедные - железистые кварциты. Богатые руды подразделяются на плотные, рыхлые и сыпучие. Преобладают руды рыхлые, а плотные и сыпучие составляют 20-25%. Важное инженерно-геологическое значение имеет анизотропия массивов, связанная с наличием в крепких скальных породах поверхностей ослабления различного генезиса: слоистости и сланцеватости, тектонических разрывных нарушений, трещин, контактов руд и рудомещающих пород и др.

Инженерно-геологические явления в подземных горных выработках в Криворожском бассейне весьма разнообразны. Они связаны главным образом с гравитационными силами, а некоторые с обводненностью пород. В кровле горных выработок широко развито обрушение трещиноватых разностей пород. Одним из видов обрушения являются вывалы, образующиеся главным образом в местах пересечения крупных трещин разных систем. Объем вывалов может достигать $5-10 \text{ м}^3$ и более. Происходят также выбросы пород двух типов. Выбросы первого типа происходят в крепких рудомещающих породах в мес-

тах концентрации напряжений — в кровле и стенках горных выработок. Возникают они при мгновенном переходе потенциальной энергии, вызванной горным давлением, в кинетическую, что по своей природе близко к горным ударам. Выбросы второго типа заключаются в быстром выдавливании в полости горных выработок рыхлых и малопрочных разновидностей железных руд при несниженных напорах подземных вод. Для рыхлых и особенно сыпучих руд характерны вынос и спливание в горных выработках. Все эти явления способствуют общему сдвигению пород над выработанным пространством. Сдвижением захватываются породы кровли большой мощности, причем этому способствуют тектонические нарушения. Проявляясь на земной поверхности, сдвигение пород вызывает обширные ее деформации.

Своеобразны сдвигения, приуроченные к отдельным крутопадающим тектоническим нарушениям, из которых обрушаются раздробленные породы с образованием большой полости, постепенно подходящей к поверхности земли и вызывающей возникновение провальной воронки. Зоны обрушения, в особенности провальные воронки, нарушают условия поверхностного стока в районе и являются путями поступления поверхностных вод в горные выработки, что, в свою очередь, способствует развитию инженерно-геологических явлений.

Таким образом, сдвигение пород тесно связано с инженерно-геологическими явлениями, которые происходят на глубине, в зоне горных работ. На основе изучения этих явлений и их количественной оценки можно прогнозировать характер сдвигения пород и деформаций земной поверхности. Для прогноза применяют главным образом метод многофакторного анализа с использованием опыта эксплуатации шахт на различных глубинах.

Инженерно-геологические явления, возникающие в подземных горных выработках Донецкого бассейна, также способствуют изменению природной обстановки на поверхности земли. Здесь насчитывается более 700 шахт, причем некоторые из них достигли глубины 800–1000 м и даже 1400 м. Шахты имеют разветвленные системы подземных горных выработок, протяженность которых исчисляется многими тысячами километров. Горные работы нарушают естественное напряженное состояние массивов пород, что влечет за собой развитие интенсивных инженерно-геологических процессов и явлений — различных видов обрушения пород, их пучения и разуплотнения, выбросов пород, угля и газа и сдвигения пород. В результате векового водоотлива из шахт уровни подземных вод в Донбассе снижены, некоторые толщи обезвожены. Развилась своеобразная кора выветривания антропогена, мощность которой местами достигает тысяч и более метров и продолжает увеличиваться. Инженерно-геологические исследования, ведущиеся при разведке и эксплуатации месторождений, включают выявление и оценку факторов, влияющих на изменение окружающей природной среды и разработку мероприятий по ее охране.