

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ В МАССИВАХ ПОРОД ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Всевозрастающие потребности в минеральном сырье в мире приводят к интенсивному развитию горнодобывающей промышленности. При этом в эксплуатацию вводятся месторождения полезных ископаемых, расположенных в сложных горно-геологических условиях. Опыт эксплуатации этих месторождений полезных ископаемых и строительства подземных сооружений показывает, что явления и процессы, происходящие в массиве горных пород, сложны и разнообразны. Физические процессы, протекающие в массивах пород при выполнении горных работ можно классифицировать следующим образом [1]:

1. Процессы, происходящие в недрах до начала разработки месторождения.
2. Процессы предварительной обработки месторождений или отдельных частей.
3. Процессы, происходящие в недрах в период деятельности горных предприятий.
4. Процессы, происходящие в недрах в период ликвидации горных предприятий.

К процессам, происходящим в недрах до начала разработки месторождения, относятся такие, как механические, гидравлические, газодинамические, тепловые, радиационные и другие.

К процессам предварительной обработки месторождений относятся: осушение месторождения, укрепление слабых пород, замораживание водоносных пород, оттаивание пород, ослабление пород взрыванием и др.

К процессам, происходящим в недрах в период деятельности горного предприятия, относятся: технологические процессы, все физические процессы, происходящие в недрах до начала горных работ, и ряд дополнительных процессов, которые включают также и выветривание горных пород в приконтурных зонах горных выработок. К технологическим процессам относятся: бурение скважин, проведение горных выработок, возведение крепи, механическое и взрывное разрушение горных пород, возведение закладки и др. В период проведения горных работ в связи с возрастанием глубин и масштабов горных работ, включения в эксплуатацию все более сложных месторождений, внедрения новых систем одновременной открытой и подземной разработки режим всех этих процессов претерпевает весьма существенные изменения и увеличивает удельный вес комбинированных процессов. Такими комбинированными процессами, например, являются внезапные выбросы угля и газа, пород и газа, что является комбинацией механических, газодинамических и тепловых процессов; подработка пластов, что является комбинацией механических, газовых, гидравлических и др.

Протекание всех физических процессов в недрах, их число, сочетание и взаимодействие зависят от конкретных горно-геологических условий. При этом одни из этих процессов проявляются монотонно и могут быть описаны уравнениями статики, другие имеют динамический характер, третьи имеют смешанный, незакономерный, случайный характер. Причем имеются процессы, которые меняют характер проявления. На естественное течение процессов также влияет деятельность человека, которая ещё более усложняет их.

К процессам, происходящим в недрах в период ликвидации горных предприятий, относятся в разных комбинациях все вышеперечисленные процессы. В общем случае при производстве горных пород могут изменяться не только течения процессов, но и состояние самих горных пород.

Полный охват всех этих вопросов невозможен. А все более возрастающие масштабы горного производства, огромные перспективы его развития, связанные с увеличением

глубины работ и вовлечением в эксплуатацию все более сложных месторождений, расположенных в условиях высокогорья, выдвигают на первое место изучение отдельных, наиболее важных физических процессов, напрямую влияющих на эффективность и безопасность строительства и эксплуатации того или иного месторождения.

К таким процессам, прежде всего, относятся геомеханические процессы и явления при разработке месторождений полезных ископаемых. Они отличаются от естественных большей интенсивностью, более быстрым протеканием во времени, ограниченностью по площади их протекания и более разнообразным характером.

К геомеханическим процессам при открытой разработке месторождений полезных ископаемых относятся: процессы формирования и перераспределения напряжений в прибортовом массиве; процессы деформирования откосов, не влияющих на устойчивость бортов карьеров (просадки, оплывины, фильтрационные деформации); процессы деформирования, вызывающие разрушения бортов карьеров (осыпание, обрушение, оползни).

Геомеханические процессы отличаются от физических (тепловых, физико-химических, биохимических и др.) тем, что состоят из комплекса этих же процессов, однако представляют не механическую их сумму, а диалектическое сочетание.

Прежде всего, рассмотрим формирование и перераспределение напряжения при бортовом массиве горных пород. Поля напряжений породных массивов обычно изменчивы и неоднородны вследствие влияния многих факторов: наличия в породной толще более или менее упругих слоев, относительно более или менее прочных пород, различной степени трещиноватости, тектонической нарушенности участков массива и обводненности, рельефа земной поверхности. Указанные факторы способствуют также появлению осредненных напряжений в пределах участка месторождения в зависимости от глубины ведения работ. Массивы горных пород, в которых производятся горные работы, находятся под воздействием гравитационных и тектонических сил, действующих в земной коре. Земная кора имеет сложное тектоническое строение и разделяется глубинными разломами на глобальные и региональные тектонические структуры. Это дает возможность тектоническим движениям, отдельных участков земной коры, протекающим в течение длительных периодов времени. При этом деформации являются причиной возникновения касательных усилий, определяющих существование в массиве значительных горизонтальных напряжений.

Многолетние экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния массива горных пород при разработке месторождений полезных ископаемых показали, что наиболее высокие горизонтальные напряжения, превосходящие вертикальные, характерны для регионов, где наблюдаются поднятия земной коры (Кольский полуостров, Центральная Азия, Урал, Горная Шория и др.) или горизонтальное сжатие [2,3]. Причем в регионах медленных опусканий вертикальные (гравитационные) напряжения, как правило, выше горизонтальных. Результаты этих исследований также позволяют сделать вывод, что поля напряжений в ненарушенном горными работами массиве пород весьма неоднородны и изменчивы. Эта изменчивость зависит от строения массива, его нарушенности, обводненности, температурных изменений, рельефа земной поверхности, влияние тектонических процессов и многих других причин.

Ведение горных работ вносит существенное изменение в естественное поле напряжений. Породы, окружающие выработки, начинают испытывать иное напряженно-деформированное состояние, которое зависит от физико-механических свойств и строения пород, наличия нарушений, формы и размеров выработок, глубины их расположения и других факторов. При этом изменение напряженного состояния горных пород в окружающем массиве развивает деформационные процессы [4, 5].

Степень изменения напряженно-деформированного состояния массива горных пород обуславливает возможность сохранения его устойчивого состояния или разрушения с образованием обрушения или оползня. Поэтому к первым деформационным процессам

относятся расслоения пород, межблоковые подвижки, просадки, оплывины и фильтрационные деформации. Эти процессы связаны с нарушенной структурой массива, с уплотнением высокопористых рыхлых отложений и отвальных пород под влиянием внешних нагрузок, увлажнения атмосферными осадками и консолидации. Ко вторым деформационным процессам относятся осыпи, обрушения и оползни. Осыпи обычно происходят на приповерхностных частях крутых откосов и характерны для всех видов горных пород. Они формируются в течение нескольких лет, обрушения, затрагивают значительные части горных пород и возникают при углах наклона откосов, превышающих 25-35°. Осыпи происходят практически мгновенно и представляют наибольшую опасность для людей и оборудования, расположенных на нижних уступах. Оползни являются одним из наиболее распространенных видов нарушения устойчивости откосов, которые связаны с наличием в толще пород пластических слоев, прослоек и слабых контактов. Они протекают при углах наклона бортов и откосов уступов менее 25-35°. При этом оползни могут вовлекать в движение значительные массы горных пород, а иногда они приводят к полному прекращению работ в карьере. Оползни и обрушения отличаются только временем протекания процесса. Их объединяет наличие призмы обрушения (оползания), которые ограничены поверхностью скольжения, т.е. эти деформации имеют общий механизм разрушения массива и к ним применимы одни и те же расчетные методы. В некоторых случаях происходят оползни-обрушения, т.е. возможны совмещения этих деформаций.

Литература:

1. Борисов А. А. Механика горных пород и массивов. – Москва: Недра, 1980. - 360 с.
2. Айтматов И. Т., Кожогулов К. Ч., Ялымов Н. г., Ялымов Р.Н. Формирование полей напряжений в массиве пород горных районов. //Научно-техническое обеспечение горного производства. Т. 68. ч. 1. - Алматы, 2004.
3. Кожогулов К. Ч., Усенов К. Д., Алибаев А. П. Геомеханические основы и технология при комбинированной разработке круто падающих месторождений. Бишкек, 1999.
4. Айтматов И. т., Кожогулов К. Ч., Никольская О. В. Геомеханические проблемы разработки нагорных месторождений открытым способом в горноскладчатых областях. // Научно-техническое обеспечение горного производства. Т. 68. - Алматы, 2004.
5. Галустьян Э. Л. Геомеханика открытых горных работ. - Москва: Недра, 1992. - 272 с.