**Можно ли прогнозировать устойчивость подземных выработок, не спускаясь в шахту...**

Гликман А.Г.

Опять произошло обрушение пород кровли в руднике, и погибли люди. На этот раз, в Норильске.

Если посмотреть в интернете на поисковике, то можно увидеть, что беда эта происходит в подземном пространстве регулярно и неотвратимо, во всех точках Земли, независимо от уровня техники и исполнения правил техники безопасности. По статистике, при ведении подземных работ по этой причине происходит 50% травматизма. Потому обрушение и называется внезапным, что люди смирились с тем, что спрогнозировать его нельзя.

Впрочем, не совсем так...

В Горно-технологической лаборатории Горного факультета Ленинградского горного института (ЛГИ) с 1977-го до 1993-го года проводилась научно-исследовательская работа (НИР) по созданию аппаратуры и методики прогнозирования обрушения пород кровли в угольных шахтах. Вообще говоря, такая же НИР перманентно проводится во всех горняцких НИИ во всем Мире, но ссылаться на них никто не будет, так как успехов там нет, и, как мне кажется, не предвидится. В ЛГИ же произошло несколько иначе.

Там в 1977-м году родился, на правах незаконнорожденного, новый геофизический метод, с помощью которого оказалось возможным обнаруживать поверхности потенциального и/или фактического расслоения углевмещающих пород. Угленосная породная толща - принципиально слоистая среда, и, надо полагать, немалую роль в поведении этой толщи играет прочность контакта ("склеивания") соседних слоев. И действительно, использование нового (получившего в дальнейшем название спектрально-сейсморазведочного) метода при исследовании горных пород, залегающих в кровле угольного пласта, позволило выявить закономерности, которые сейчас нам кажутся, как говорят, тупо очевидными, но тогда, 25 лет назад - неожиданными, и даже парадоксальными. Так, нам удалось установить, что обрушению пород кровли предшествует их расслоение. Или, иначе говоря, пока породы не расслоятся, обрушения не будет. А если мы с помощью метода ССП (спектрально-сейсморазведочного профилирования) можем сказать, где именно идет расслоение, то, по-видимому, следует говорить о прогнозе обрушения пород.

В самом деле, если вам сообщат, что у вас над головой, скажем, полуметровый породный слой не имеет сцепления с вышележащими породами, то вы на основании этого уже можете принять решение - подкрепить ли кровлю в данном месте, обрушить ли этот слой или просто оградить опасное пространство. То есть, обрушение перестало быть внезапным.

Этот подход проверялся шахтными геологами лет пять, после чего, по их требованию (!), началось массовое производство аппаратуры, реализующей его. Аппаратура получила название "Резонанс", и к 1993-му году ею пользовались уже во всех угольных регионах СССР.

Для справки, сообщу следующее. Передо мной "памятка шахтеру", представленная американской угольной наукой в 1990 году на выставку "Уголь-90", проходившую в Донецке. Там рекомендуется шахтеру постоянно оценивать устойчивость кровли следующим способом. Прижав левую руку к кровле, правой рукой наносить удары молотком по кровле на расстоянии примерно 1 метра. Если левой рукой мы не ощутим вибрации от удара, значит, кровля прочная. Увы, этот способ не уменьшил статистики травматизма от обрушения пород кровли. У нас же на шахтах, использовавших аппаратуру "Резонанс", внезапного обрушения уже быть не могло.

Нельзя сказать, что работа над физикой этого метода и внедрение аппаратуры "Резонанс" были безоблачными. Известно ведь, что если вы сделаете хотя бы один самостоятельный шаг в науке, то вас немедленно постараются заставить шагнуть обратно. Здесь же мне пришлось бы долго шагать назад. Первый шаг - это обнаружение нового, ранее неизвестного физического эффекта. Эффект этот был обнаружен еще в 1977 году и заключался в том, что породный слой проявляет свойства колебательной системы, собственная частота которой однозначно связана с толщиной (мощностью) этого слоя. А дальше от нас уже ничего не зависело. Дело в том, что, в соответствии с законами методологии, новый физический эффект обязательно становится основой нового исследовательского метода (каковым и стал метод ССП). Далее, согласно законам методологии, метод, основанный на новом физическом эффекте, обязательно становится источником принципиально новой информации. Вот как раз первая порция этой информации и позволила нам подойти к решению проблемы прогнозирования устойчивости кровли в угольных шахтах.

Принципиальная новизна заключалась в том, что с помощью наших измерений выявлялись поверхности, по которым может идти или уже идет расслоение. Поверхности эти другими методами не идентифицируются[1](http://www.newgeophys.spb.ru/ru/article/stability.shtml#1). В большинстве случаев, эти поверхности ОМК формировались сверхтонкими углистыми прослоями, которые, оказывая решающее влияние на устойчивость кровли, не выявлялись не только геофизикой, но даже и при разведочном бурении. При выбуривании, керн в тех местах, где он пересекает углистый прослой, ломается, а сам углистый материал вымывается промывочной жидкостью, не оставляя никаких следов.

С 1993 года по независящим от нас причинам мы в угольной науке не работали. Как в дальнейшем оказалось, именно этот момент позволил нам разобраться с одним очень существенным явлением.

Дело в том, что, занимаясь прогнозированием обрушения пород кровли с помощью аппаратуры "Резонанс", мы иногда встречались со случаем, когда кровля, сложенная прочным песчаником большой мощности, при полном отсутствии в нем поверхностей ОМК, тем не менее, оказывается неустойчивой. Песчаник при этом высыпается, будучи разбитым как бы на плиточки. Каждая плиточка в отдельности очень прочна, и до причин такого разрушения столь прочного материала мы тогда так и не додумались.

Это был очень крупный камень в наш огород, так как если метод, предназначенный для сохранения жизни людей, пусть и очень редко, но может дать неправильную информацию об устойчивости кровли, причем, в сторону ее завышения относительно реальной, то это может иметь катастрофические последствия.

С тех пор прошло 10 лет. За это время приведенные выше законы методологии проявили себя в полной мере. Применяемый нами с поверхности (поскольку в шахтах мы работать в течение этого периода не могли) метод ССП оказался действительно неиссякаемым источником информации о строении и свойствах земной толщи. В частности, нам удалось обнаружить фактор, из-за которого происходят необъяснимые разрушения инженерных сооружений. Но и здесь получилось так, что результаты наших исследований противоречили устоявшимся взглядам.

Во-первых, оказалось, что основным геологическим объектом, подлежащим выявлению с помощью метода ССП, являются тектонические нарушения. Первоначально, когда мы это поняли, особого удовлетворения никто не испытал, потому что, если обратиться к геологической и геофизической литературе, то оттуда можно узнать, что практически все известные геофизические и геологические методы претендуют на то, что с их помощью эти геологические объекты выявляются. Однако когда мы стали исследовать зоны тектонических нарушений, то оказалось, что свойства их радикальным образом отличаются от тех, которые им приписывались до сих пор.

Так, согласно учебной, научной и нормативной литературе, при достаточно большой мощности осадочного чехла тектонические нарушения не оказывают никакого влияния на инженерные сооружения. Вместе с тем, согласно результатам, полученным с помощью метода ССП, оказалось, что внезапные разрушения инженерных сооружений[2](http://www.newgeophys.spb.ru/ru/article/stability.shtml#2) происходят практически всегда в зонах тектонических нарушений. Многие сотни измерений, сделанные нами с помощью метода ССП, однозначно доказывают, что при всех существующих мощностях осадочного чехла (во всяком случае, до 8000 м) горные породы в зонах тектонических нарушений обладают вполне определенными свойствами, о которых никто никогда даже и не предполагал.

Строго говоря, горные породы, находящиеся непосредственно над разрывным тектоническим нарушением, на всю мощность осадочного чехла и породами-то назвать нельзя. О состоянии их можно судить хотя бы потому, что при попадании разведочной скважины в эту зону, керн взять не удается, настолько они разрушены. Дело в том, что на всю толщу осадочного чехла геологический материал в зонах тектонических нарушений не слеживается в породу, поскольку частицы этого материала находятся в постоянном микроперемещении сверху вниз, участвуя в бесконечном процессе залечивания пород кристаллического фундамента, находящегося в разрушенном состоянии.

Более того, как оказалось доказанным учеными Института Горного дела УрАН (отделом прогнозирования техногенных катастроф, <http://igd.uran.ru/geomech/articles/sad_005/index.htm>), породы в пределах зон тектонических нарушений находятся в состоянии постоянной пульсации.

Все вместе, это объясняет физику разрушения инженерных сооружений в зонах тектонических нарушений. Причем независимо от того, находятся ли эти сооружения на поверхности или в подземном пространстве.

Что касается подземного пространства, то летом нынешнего, 2003 года нами был осуществлен эксперимент по оценке горно-геологической ситуации в угольной шахте с помощью метода ССП при профилировании по поверхности, в пределах шахтного поля. Измерения проводились на поле шахты, испытывавшей в течение последних месяцев серьезные затруднения при ведении очистных работ. Эти затруднения заключались в повышенном вывалообразовании пород кровли. Профили ССП проходили над выработками через участки, где имели место осложнения.

Шахта находится в Кузбассе, разрабатывает свиту пластов с пологим (10-150) залеганием угольных пластов, с добычей 3,5 миллионов тонн угля в год[3](http://www.newgeophys.spb.ru/ru/article/stability.shtml#3).

Одним из условий эксперимента было полное отсутствие у нас какой бы то ни было информации о том, где, над какими выработками проходил профиль, и в каких выработках наблюдались те или иные осложнения. Это очень важный момент, так как в большинстве, проводившиеся геофизические исследования заключаются именно в том, чтобы, раздобыв всеми правдами и неправдами геологическую информацию, представить ее как полученную с помощью геофизики.

Анализ результатов проведенных исследований показал, что все зоны, в которых были зафиксированы осложнения подземных работ, проявились на ССП-разрезах. При этом, и это, на мой взгляд, самое главное, была выявлена зона, осложнение в которой было неизвестно представителям шахты, руководившим описываемым экспериментом.

Надо сказать, что при прогнозировании горно-геологической ситуации в выработках угольной шахты путем профилирования с дневной поверхности имеет место некоторая неопределенность. Выявив с помощью метода ССП зону тектонического нарушения, мы можем с уверенностью сказать, эта зона является также и зоной осложнения горно-геологической ситуации. Однако в чем заключается это осложнение, сказать нельзя. Это, например, может выражаться повышением вывалообразования, а может, и повышенной податливостью почвы. Зависеть это будет от того, какими породами сложены кровля и почва выработок.

При проведении подобных работ на поле рудника, когда рудное тело залегает в породах кристаллического фундамента, такой неопределенности не возникает. Там любая зона осложнения проявляется повышенным вывалообразованием.

На основании полученных результатов, в настоящее время можно сделать следующие выводы:

Применяя для угольных шахт современную модификацию аппаратуры "Резонанс" совместно с использованием метода ССП с поверхности, может быть решена проблема оценки горно-геологической ситуации в подземных выработках и заблаговременного выявления тектонических нарушений;

Применение метода ССП может решить проблему оценки и прогнозирования зон потенциального вывалообразования не только в угольных шахтах, но также и в рудниках.