

IV. ПРОБЛЕМЫ И СУЖДЕНИЯ PROBLEMS AND OPINIONS

УДК 550.34

ДВИЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА, ЦЕПНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ, МАГНИТОСТРИКЦИЯ КАК ИСТОЧНИКИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ

ELECTRIC CHARGE MOVEMENT, CHAIN CHEMICAL REACTION, MAGNETOSTRICTION AS SOURCES OF EARTHQUAKES AND SUDDEN OUTBURSTS

С. В. Бычков – горный инженер-сейсмолог,
BCV6B3N0, Ванкувер, Канада

S. V. Bychkov – mining engineer – seismologist,
Vancouver, BCV6B3N0, Canada



С.В. Бычков
serguei58@rambler.ru

Необъяснимый на сегодня механизм землетрясений, горных ударов и внезапных выбросов пород и газов в шахтах заставляет учёных по всему миру вновь и вновь пристально пересматривать накопленный практический опыт изучения этих грозных явлений в поисках решений, связанных с их прогнозированием и предотвращением. Годы идут, количество жертв природных катаклизмов растёт, а ответов на поставленные вопросы, к великому сожалению, как не было, так и нет. Образовался тупик, из которого нет выхода, и изучение газодинамических явлений в горном массиве превратилось в ходьбу по заколдованному кругу. Стало совершенно очевидно, что в процессе изучения этого горного явления, исследователями была допущена стратегическая ошибка, как в практике изучения процесса, так и в теоретическом его объяснении и, как следствие, исследователи ступили на ложный путь, объясняющий весь процесс землетрясений, горных ударов и внезапных выбросов. Ложный путь, ведущий в никуда. В настоящий момент главной задачей исследователей является отказ от сложившихся ложных стереотипов понимания и изучения процессов, приводящих к драматическому изменению состояния горного массива. Именно в отказе от ложных теорий и принятии на вооружение новых подходов и идей по происхождению газодинамических явлений в горном массиве видится залог будущего успеха. Есть надежда, что ответом на вызов природы послужит гипотеза Деформационного взрыва пород горного массива.

The inexplicable by now mechanism of earthquakes, rock shocks and sudden outbursts of rocks and gases in mines forces scientists around the world again and again to review the accumulated practical experience of studying these formidable phenomena in search of solutions related to their forecasting and prevention. Years go by, the number of natural disasters victims grows, and there are no answers to the questions put, unfortunately, as there were no answers before. A dead end emerged, from which there is no way out, and the study of gas-dynamic phenomena in the rock massif turned into walking along an enchanted circle. It became quite obvious that in the process of studying this mine phenomenon, researchers made a strategic mistake, both in the practice of studying the process and in its theoretical explanation, and as a consequence, the researchers went along the wrong path explaining the whole process of earthquakes, rock shocks and sudden outbursts. A false path leading to nowhere. At the moment, the main task of researchers is to abandon the established false stereotypes of understanding and studying the processes that lead to a dramatic change in the state of the rock massif. It is precisely in the rejection of false theories and the adoption of new approaches and ideas on the of gas dynamic phenomena origin in the rock massif that a pledge of future success is seen. There is a hope that the answer to the challenge of nature will be the hypothesis of the rock massif deformation explosion.

Ключевые слова: ГОРНЫЕ УДАРЫ, ВНЕЗАПНЫЕ ВЫБРОСЫ ПОРОД И ГАЗОВ В ШАХТАХ, ГОРНОЕ ДАВЛЕНИЕ, ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД, ТОК САМОИНДУКЦИИ, ЦЕПНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ, ДЕФОРМАЦИОННЫЙ ВЗРЫВ

ПОРОД, МАГНИТОСТРИКЦИЯ

Key words: *ROCK SHOCKS, SUDDEN OUTBURSTS OF ROCK AND GASES IN THE MINES, ROCK PRESSURE, EARTHQUAKE, ELECTRIC CHARGE, SELF-INDUCTANCE CURRENT, CHAIN CHEMICAL REACTION, ROCK DEFORMATION EXPLOSION, MAGNETOSTRICTION*

Теоретическая часть:

Сегодня у специалистов горной науки нет возможности прогнозировать и предотвращать горные удары и внезапные выбросы в шахтах. Накопленный практический опыт наблюдений газодинамических явлений и современные устоявшиеся знания, вытекающие из существующих теорий, не приносят результатов. Данная статья предлагает горным специалистам применить в своих изысканиях ту часть гипотезы Деформационного взрыва [1] пород в горном массиве, которая касается газодинамических событий [2,3] в шахтах. Задачей работы является обоснование необходимости ревизии современных теорий горных ударов и внезапных выбросов, а также методов их прогноза и предотвращения с учётом цепных химических реакций в горном массиве, приводящих к Деформационному взрыву горных пород. Член-корреспондент РАН Г. Грицко отметил в своей работе [4]: «Современные научные представления о происходящих процессах при горных ударах и внезапных выбросах в шахтах не соответствуют реальным процессам. Следует с горечью констатировать, что эффективных методов прогноза и борьбы с внезапными выбросами метана в угольных шахтах пока нет. Нет и программ создания новых научных основ для познания и предотвращения этих явлений. А безопасность добычи угля нужна здесь и сейчас». Таким образом, хорошо известный в горном мире учёный признал, что современный уровень знаний, на котором основаны теории газодинамических явлений в шахтах, не соответствует происходящим в горном массиве процессам, а значит, наши знания теоретических основ этого механизма построены на ошибочной теории, либо в этой теории существуют значительные пробелы, которые не позволяют понять суть происходящих процессов, связанных с горными ударами и внезапными выбросами.

Согласно существовавшей много лет классической теории [5, 6], горный удар происходит за счёт потенциальной энергии упругого сжатия горного массива, когда при изменении горного давления деформации напряжённого состояния какой-то его части не успевают релаксировать, что приводит к внезапному разрушению части горного массива шахтного поля. Горный удар может сопровождаться выносом пород и газов в горную выработку в виде внезапного выброса с частичным или полным разрушением выработ-

ки, а может просто сопровождаться сильным звуковым эффектом и ударным действием на борта, кровлю или почву выработки. Наиболее близко в объяснении механизма горного удара подошёл российский учёный В. В. Кузнецов [7], который в своей работе рассмотрел горный удар как проявление действия ударной волны на стенку горной выработки. Но описанный им механизм воздействия горного удара сам по себе ничего не значит и не имеет практического значения, так как сама причина горного удара не раскрыта. В отличие от землетрясений, очаг которого невозможно изучить, учёные с самого первого отмеченного случая горного удара в 1738 году в Англии и первого внезапного выброса в 1834 году во Франции имели доступ к месту проявления горных ударов и внезапных выбросов, могли проводить визуальные и инструментальные наблюдения и собирать практический материал. За много лет учёными разных стран была проделана колоссальная работа по систематизации накопленного материала, на основе которого нарабатывались методы прогноза и предотвращения газодинамических явлений в шахтах. Но в какой-то момент изучение природы и механизма этих явлений пошло по ложному пути, и сложившийся в научной среде стереотип процесса не позволил обоснованно и надёжно прогнозировать и предотвращать эти явления в шахтах. С появлением гипотезы Деформационного взрыва пород в горном массиве у горных специалистов появилась возможность отойти от сложившихся стереотипов и на основе предложенной модели объяснить суть происходящего события в горном массиве с целью максимального на него воздействия по предотвращению горных ударов и внезапных выбросов. Следует отметить, что в отличие от современных взглядов горных инженеров, считающих горный удар и внезапные выбросы разными явлениями, по теории Деформационного взрыва пород горного массива явления горного удара и внезапного выброса представляет собой один процесс. По своей сути, горные удары и внезапные выбросы – это те же землетрясения, происходящие в шахтах, но в гораздо меньших масштабах как по выделенной энергии, так и по воздействию на окружающую среду, но которые приводили к катастрофическим последствиям с большим количеством жертв. Горные удары могут приобретать разнообразные формы воздействия на

горный массив в зависимости от вида пород, глубины разработки, формы выработки, геологии и гидрогеологии участка, расположения участка горных работ относительно целиков, барьеров, а также от видов применяемого шахтного оборудования. Хотя к настоящему времени всесторонне разработанная теория горных ударов не существует, исследователям из практического опыта обследования мест их проявлений было известно, какие факторы и условия приводят к возникновению этого явления. С учётом этого учёные методом проб и ошибок и пытались объяснить суть происходящих газодинамических явлений в шахтах, основные положения, которые строились на возможных проявлениях горного удара от воздействия горного давления в породах горного массива. До настоящего момента существует две классические точки зрения на причины разрушения пород при горном ударе. Одна из них сводится к тому, что горный удар происходит в результате развития деформаций пород с разрывом сплошности в направлении, нормальном к направлению приложения нагрузки. Другая точка зрения состоит в том, что разрушение горного массива происходит под действием касательных напряжений, возникающих при действии неравномерных деформаций в краевых частях массива. И. М. Петухов – профессор российской горной науки в области горных ударов – сформулировал следующие два принципиальных положения относительно механизма горных ударов: «1. Горный удар является следствием нарушения равновесия всей системы "блок породы — полезное ископаемое" и 2. Горный удар возможен в том случае, если скорость деформации, обусловленная нарастанием удельного давления, превысит максимально возможную скорость пластического деформирования для данной части массива, находящейся в предельно напряженном состоянии». Прошу обратить внимание на слова профессора «скорость деформации». Другой профессор советской горной науки – С. Г. Авершин – рассматривал горный удар как хрупкое разрушение пород в результате возникающих разрывных деформаций. Сам механизм возникновения горного удара, по С. Г. Авершину, представляется следующим образом: «При ведении горных работ в сильно напряженных участках массива начинают развиваться локальные разрушения, даже в условиях всестороннего сжатия. Особенно это характерно для краевых частей массива, где напряженное состояние обуславливается воздействием опорного давления. В пределах этой зоны возникают трещины, её поверхность ока-

зывается в состоянии, свободном от напряжений, и вокруг неё в ничтожно малый отрезок времени создаются очень большие напряжения. Такой мгновенный перепад напряжений в определенных условиях критического состояния массива может явиться началом прогрессирующего разрушения перенапряженного участка массива, при этом область концентрации напряжений перемещается на другие участки массива». Как видим, говоря о «мгновенном перепаде напряжений», профессор Авершин повторил смысл сказанного проф. Петуховым «скорость деформации». Эти два великих горных инженера были недалеко от положений Деформационного взрыва, хотя и не имели представления о его механизме. Интуиция учёных подсказывала им, что дело заключается в скорости и величине изменения горного давления. В отношении механизма внезапных выбросов также высказывались различные точки зрения. Одни горные инженеры приписывают основную роль газовому фактору, другие – напряжённому состоянию горного массива. Наиболее признана теория профессора Ходота В.В., который обосновал Энергетическую теорию внезапных выбросов [8]. Обратите внимание, эта теория была разработана в 1952 году и с тех пор не претерпела почти никаких изменений! Дело в том, что с тех пор не было предложено никаких теорий, принципиально отличающихся от теории В.В. Ходота. Исключение из этого составляет гипотеза разложения газовых гидратов, которая была предложена сравнительно недавно. Энергетическая теория заключается в скачкообразном (обратите внимание на слово «скачкообразное» и сравните его со словами, отмеченными мною у проф. Петухова и проф. Авершина) изменении напряженного состояния горного массива в результате различных факторов: взрывной отбойки, сотрясательного взрывания, механического внедрения в массив рабочего органа, подхода выработки к тектоническому нарушению, вскрытия забоем выработки пласта или слоя, резко отличного по своим деформационным и прочностным характеристикам, динамической нагрузки в призабойной части массива в связи с обрушением зависших горных пород и пр. В соответствии с такими представлениями процесса горного удара и внезапного выброса и была разработана концепция их энергетического баланса. Эту концепцию мы можем встретить в различных учебных пособиях по горному делу, которая звучит так: «При динамических явлениях накопленная в очаге потенциальная энергия преобразуется в другие виды энергии и совершает определённые виды энергетических за-

трат: работу хрупкого разрушения и дробления полезного ископаемого и породы в очаге удара, работу при пластических деформациях, работу по выбросу в выработку части полезного ископаемого». К сожалению, концепция Энергетической теории показывает только направление движения и, как мы видим из практики математического вычисления баланса, ничего конкретного в определении самого энергетического баланса. Именно это имел в виду член-корреспондент РАН Г. Грицко, говоря о несоответствии теории реальным проявлениям внезапных выбросов. Всё, что мы имеем на сегодня, это набор эмпирических формул, с помощью которых можно получать любые значения в зависимости от увиденного в шахте результата воздействия на горную выработку горного удара. Действительно, в многочисленных диссертациях и научных работах мы видим множество различных подходов и формул для определения главной составляющей горного удара - потенциальной энергии горного массива. А в реальности? Как определить накопленную за миллионы лет горным массивом потенциальную энергию очага горного удара и какую её часть проявит горный массив? От чего будет зависеть эта часть? Может, определять её, как делают соискатели научных степеней, через горное давление на глубине выработки в зависимости от удельного веса пород, то есть через гравитационную составляющую? Как мы все знаем, это крайне сомнительный метод. Это всё равно, что определять горное давление на крепь по весу свода обрушаемых пород без учёта физико-механических свойств горных пород, структуры напластований и горно-геологических условий. А как быть с тектонической составляющей, которая является неотъемлемой и немалой частью потенциальной энергии накопленной массивом? Определять её сейсмологическим методом, так как по-другому никак нельзя? Но сейсмологи сами в этом вопросе такого эмпирического забора нагородили, что неизвестно, как использовать их труды применительно к горным ударам. Одних только методов расчёта магнитуд землетрясений у геофизиков существует не один десяток [9]. Какие ещё параметры необходимы для расчётов энергетического баланса? Площадь горного удара? С внезапным выбросом это худо-бедно ясно, а как определить площадь горного удара, если очаг горного удара скрыт от наблюдения в глубине горного массива? Эмпирическим путём через работу горного удара? А как определить работу горного удара? Через погнутую крепь горной выработки? А как быть с рассеянной и поглощён-

ной окружающим массивом энергией? Какая её часть участвует в общем процессе? Как её определить? Теоретически это можно сделать, измерив амплитуду колебаний кровли, бортов и почвы выработки в момент горного удара и попытаться вывести баланс через волновую функцию, но кто это делал и будет ли делать? Ведь для этого надо точно предугадать, где и когда произойдёт горный удар, а этого пока никто до настоящего времени сделать не смог. Это что касается горного удара и далеко не полного списка вопросов, возникающих при определении энергетики данного события, а для внезапного выброса современная наука ввела в эти формулы ещё много-много других дополнительных кинетических параметров, связанных с давлением газа в очаге выброса, которые также могут изменить результат вычисления на порядок, два порядка, три. Это смотря кто и как будет вести расчёты и какие «поправочные» коэффициенты он будет применять в своей диссертации. А ведь и применяют, и делают такие расчёты! И это несмотря на то, что из практического опыта хорошо известно, что между давлением газа в горном массиве и внезапным выбросом нет абсолютно никакой связи. Никакой. Иначе чем объяснить то, что даже при давлении газа в массиве свыше 30 кгс/см^2 выбросы не происходят, а где-то при давлении газа всего $2-5 \text{ кгс/см}^2$ горная масса с удивительной лёгкостью превращается в «бешеную муку» выброса. Или взять парадокс углекислого газа, который при одинаковом давлении в массиве с метаном выдаёт выброс почти на порядок мощнее. Невероятно, давление газа одинаковое, а выброс мощнее! Сегодня со всей очевидностью стало ясно, что если практические показатели газодинамического удара и механизма его проявления расходятся с теоретическими выкладками, то настало время коренным образом пересмотреть теории происхождения этих явлений. Как было отмечено выше, новую струю в исследование газодинамических процессов в шахтах внесли учёные, изучающие газовые гидраты. В начале работ с газовыми гидратами у учёных возникла большая надежда, что наконец-то у них появился шанс объяснить механизм горных ударов и выбросов. Казалось всё так просто - природа создаёт гидраты, которые, разлагаясь в горном массиве, и создают зоны высокого давления газа, который при резкой разгрузке массива внезапно переходит в свободное состояние и устраивает «ад» в горной выработке. Вот откуда в горном массиве в таких больших объёмах берётся газ, вот откуда возникает огромное давление газа, вот почему

этот газ с лёгкостью рушит крепление горных выработок, выламывает из горного массива тысячи тонн горной массы и отшвыривает её на сотни метров. Горные инженеры, затаив дыхание, принялись изучать свойства гидратов, условия их образования и распада, чтобы выработать действенные меры, ограждающие подземные выработки от пагубного воздействия газодинамических проявлений. Идея с гидратами оказалась до того многообещающей и понятной, что, когда появились первые сомнения в её состоятельности, некоторые учёные пытались сгладить возникающие противоречия с практикой за счёт объединения гидратной теории с существующими устаревшими теориями. Например, в работе [10] делается упор на то, что помимо гидратного газа в процессе участвует и газ, образовавшийся в горном массиве в результате механохимического разложения угля. Именно суммарное воздействие этих газов и является причиной выбросов. В чём здесь трюк и какое противоречие хотели обойти учёные? А противоречие состоит в том, что при разложении гидратов выделяется большое количество воды, а горный опыт говорит, что никакой воды после выбросов, или даже незначительного увлажнения угля, никогда не наблюдалось. Существует и второе противоречие, а именно: при выбросах газ в выработке появляется внезапно и его всегда гораздо больше, чем могло быть при естественной дегазации пласта. Авторы, чтобы найти выход из тупика и вводят в процесс механохимический газ, который, как известно, не выделяет воду и которым можно объяснить отсутствие воды при выбросах. А ещё и объяснить количество газа. Но тогда сколько гидратного газа будет участвовать в выбросе? Пара кубометров? Зачем их вообще учитывать? Пытаясь выйти из следующего тупика, который заключается в том, что в пластах угля нет полостей для образования гидратов и по этой причине никто нигде и никогда из шахтёров не встречал в шахтах гидратов, авторы предположили обходной маневр, который заключается в том, что «в геологических нарушениях пластов могут находиться зоны, в которых сохранились локальные скопления реликтовых гидратов метана в метастабильном состоянии». Однако выбросы и горные удары случаются и не в зонах геологических нарушений. Как их объяснить? То есть гипотеза работает только частично и избирательно: там работает, а в другом месте нет? Выбросы ещё как-то можно объяснить высоким давлением газа, прорвавшегося в выработку из разложившегося гидрата, а как объяснить горные удары? Куда прячется

высоконапорный газ из разложившегося гидрата после горного удара? К тому же и в зонах нарушения никто из шахтёров никогда не встречался с гидратами. Никогда и нигде. А низкие температуры, которые необходимы для существования гидратов? У нас что – холодильники в шахтах? Возникает вопрос: почему многие учёные, видя несоответствие параметров образования и разложения гидратов, всё-таки попытались почти наперекор очевидности всеми силами привязать гидраты к проблеме выбросов? А потому, что это направление открывало огромную перспективу в предотвращении газодинамических явлений в шахтах. После застарелых теорий, ведущих в никуда, появилась отдушина в виде гидратов, способных реально создать что-то напоминающее выброс газа высокого давления. Именно образование больших объёмов газа и привлекло внимание горных инженеров. Тогда в теории газодинамических явлений всё, как в сказке, стало своим местом: и большое количество газа, взявшееся из ниоткуда, и его высокое давление, и внезапность. Но сказки не получилось, как и неудавшаяся попытка выдать желаемое за действительное.

Теперь давайте рассмотрим теорию Деформационного взрыва пород как механизм землетрясений применительно к горным ударам и выбросам и определим, а не получится ли так, как получилось с газовыми гидратами. Итак, основной идеей Деформационного взрыва является утверждение того, что весь процесс построен на скачкообразном изменении горного давления в массиве и исходе газов из кристаллической решётки пород горного массива. Это порождает перестройку кристаллической решётки, и, следовательно, вся запасённая энергия сжатия кристаллической решётки реализуется в виде ударной волны. Если рассматривать процесс землетрясения и внезапного выброса с самого начала, то есть от начала формирования горного массива, то за многие миллионы лет газы атмосферы, газы углеводородов, магматические и другие газы под действиями высоких температур и горного давления сорбировались в горный массив в виде адсорбции, абсорбции и хемосорбции и образовывали связи с молекулами пород горного массива под действием сил молекулярного притяжения, диффузии, в результате чего создавались связи с образованием устойчивых химических соединений, то есть в породах образовывались твёрдые растворы газов. Такая возможность была доказана российскими учёными, которые выполнили комплексные исследования по накачке пород газом (И.Л.Гуфельд,

ОИФЗ РАН совместно с коллективом НПО «Луч» МинАТОМа); исследования А.Ю. Намиота, М.М. Бондарева из Института Нефти, Л.Л. Шанина из ИГЕМ, В.В. Чердынцева из ГИН и другие. Эти исследования подтвердили, что при повышенных температурах и давлениях газы, преодолевая энергетическое сопротивление кристаллических связей минералов и пород (включая алмазы!), вторгаются внутрь их структур и переводят системы в метастабильную субстанцию. Фотографии угля с твёрдым раствором метана на электронном микроскопе выполнил профессор А.Т. Айруни. По милости природы мы получили целые горные зоны пород с накаченными в них газами. Теперь природе остаётся найти «запал» для этой готовой «бомбы», чтобы при стечении определённых горных факторов прогремел взрыв. Этим «запалом» и являются свободные радикалы, которые образуются в горном массиве при резком падении горного давления. Характер Деформационного взрыва, как процесса, хорошо понятен и объясним в сравнении с Холодным взрывом. Холодный взрыв - явление цепной химической реакции, происходящей при охлаждении до температур, близких к абсолютному нулю. Эффект был открыт в 1980 году в Институте химической физики Академии Наук СССР. Первоначально реакция была обнаружена для смеси метил циклогексана и хлора, охлаждённой до температуры ~ 10 °K. Смесь быстро охлаждалась, и в диапазоне температур от 60 до 10 °K происходил взрыв. Инициирование образования свободных радикалов производилось лучом лазера. Механизм возникновения и прохождения цепной реакции объясняется наличием в образце деформаций сжатия, возникающих при быстром охлаждении. При резком понижении температуры деформации в образце не успевают релаксировать, что приводит к образованию цепной реакции свободных радикалов. За доли секунды их число лавинообразно нарастает, что приводит к взрыву. Отличие Деформационного взрыва от Холодного взрыва заключается в том, что в породе при очень быстром снятии горного давления возникают не деформации сжатия, а деформации мгновенного растяжения. А дальше всё происходит, как при Холодном взрыве: напряжения в горном массиве при его резкой разгрузке не успевают релаксировать, в породе происходит образование лавинообразного потока свободных радикалов, что приводит к цепной химической реакции, которая порождает Деформационный взрыв, а он в свою очередь - ударную волну. Резкое изменение горного давления выступает инициато-

ром образования свободных радикалов, как луч лазера при Холодном взрыве. С учётом вышеизложенного рассмотрим полную схему образования очага горного удара и внезапного выброса или землетрясения. Так как горное давление миллионы лет сдавливало электронные оболочки атомов породы и растворённых в ней газов, то они в результате этого уменьшились в размере пропорционально сжатию, а вся энергия сжатия породы горного массива перешла в потенциальную энергию электронных оболочек, создав высокоэнергичные зоны будущих очагов горных ударов и внезапных выбросов. Теперь в этой зоне в случае инициирования процесса резким изменением горного давления начнётся цепная химическая реакция образования свободных радикалов и произойдёт Деформационный взрыв. Чтобы расставить все точки над важной темой образования свободных радикалов в горном массиве, без которых эта теория не будет работать, представьте себе модель атома Томсона, наиболее простую для понимания, которую физики в шутку называли *Сливочный пудинг*, но которая тем не менее по физической сути мало чем уступает моделям ядра Резерфорда и Бора. Давайте вместо «пудинга» (ядра), начинённого «орехами» (электронами), представим теннисный мяч, «утыканный» электронами. Теперь бросим мяч в стенку. Момент удара мяча в стенку будет имитировать момент резкого снятия горного давления. Наш «мяч-пудинг» (атом) отскочит от стенки, а вот некоторые «орехи» (электроны) останутся на ней в силу собственной большой кинетической энергии и второй силы, вызванной явлением всем понятной инерции, которые в сумме окажутся больше кулоновской силы. В итоге наш «пудинг - мяч – ядро» потеряет свои «орехи – электроны» и превратится в свободный радикал. Если кто-то думает, что для отрыва электрона от ядра требуются большие энергии, то я отсылаю их к хорошо известным и давно измеренным энергиям ионизации. Например, энергия ионизации атома водорода составляет всего 13,6 эВ. Маленькие значения энергий ионизации легко объяснимы и понятны, ибо в противном случае в мире не происходили бы химические реакции. Говоря о явлении инерции, я прежде всего имею в виду хорошо нам известную со школьной скамьи энергию самоиндукции. Именно эта энергия позволяет электронам в некоторых случаях перескочить с орбиты на орбиту и уйти в пространство. Если говорить с позиции квантовой физики, то именно волновая функция энергии самоиндукции выступает в роли туннельного эффекта, который физики

объясняют принципом неопределённости, открытым В. Гейзенбергом. Никакой неопределённости в данном конкретном случае не существует, туннельный эффект определённо вызван волновой функцией энергии самоиндукции. Но об этом очень важном моменте чуть позже. Для чистоты рассуждений давайте рассмотрим и более современную конструкцию - модель Бора. Электроны на высокой стационарной орбите, получив потенциальную энергию от резкой смены горного давления, не могут покинуть атом по причине кулоновской силы, а электроны с низкой орбиты, также получившие энергию от смены горного давления, не могут занять запрещённый им высший уровень, пока там находятся другие электроны. Атом будет находиться в таком возбуждённом состоянии, пока со временем не рассеет свою потенциальную энергию. Но проблема в том, что при резком снятии горного давления время на релаксацию (рассеивание энергии) нет, и электроны низкой орбиты вынуждены вытеснить электроны с высшей орбиты (одинаковые заряды отталкиваются), передав ему (им) часть кинетической энергии для того, чтобы он (они) преодолели кулоновское притяжение. Для полноты картины прибавьте сюда энергию самоиндукции, возникающей при резком снятии горного давления, которая буквально подталкивает электроны и вносит свою роль в процессе образования свободного радикала. Если же мы выше упомянули туннельный эффект, то давайте рассмотрим атом и Деформационный взрыв и с этой стороны. Если рассматривать момент образования свободного радикала, к примеру, гидроксила ОН с точки зрения квантовой модели атома, то получается следующая картина: существующие у атома кислорода две потенциальные ямы заняты электронами. При воздействии на молекулы горного давления, как и в классической модели Бора, электроны из первой ямы, получив потенциальную энергию от воздействия горного давления в массиве, не могут совершить квантовый прыжок во вторую яму. Они «рады и уже готовы сделать это», у них достаточно для этого энергии, но, «к сожалению», яма занята, «а прыгнуть на голову своим собратьям» им запрещается. А электроны из второй ямы, получив избыточную энергию давления горного массива, не могут совершить квантовый прыжок в пространство, чтобы покинуть молекулу. Совершить квантовый прыжок им не даёт кулоновская энергия в виде волновой функции, известной как потенциальный барьер. При резком падении горного давления за счёт того, что волновая функция энергии самоиндукции находится в од-

ной фазе с волновой функцией энергии электрона и в противофазе волновой функции энергии притяжения электронов к ядру происходит понижение потенциального барьера от каких-то максимумов до каких-то минимумов, что значительно повышает вероятность протекания процесса квантования электронов. Очевидно, что эта вероятность будет возрастать с увеличением амплитуды волновой функции энергии самоиндукции, эта вероятность есть не что иное, как знаменитый туннельный эффект, который и создаёт дополнительную возможность квантового прыжка для некоторых электронов. Таким образом, электроны из второй ямы либо «перескакивают» потенциальный барьер, либо проходят через туннель (скорее всего возможны обе вероятности), превращая тем самым молекулу или атом в свободный радикал или ион, а электроны из первой ямы получают возможность совершить квантовый прыжок во вторую яму.

Как мы видим, все три известные на сегодняшний день модели атома прекрасно объясняют процессы образования свободных радикалов и ионов с позиции движения электронов в горном массиве и возникающей при этом энергии самоиндукции. Именно с появлением на «сцене» энергии самоиндукции всё становится на свои места. В горном массиве появляются свободные радикалы или ионы. Начинается процесс цепной химической реакции, энергия которой в сумме с энергией, выделившейся при изменении формы кристаллической решётки, вызывает сейсмический удар. Но возникает вопрос: почему автор привязал к горному давлению явление самоиндукции? При чём здесь электричество и землетрясения? При чём здесь движение заряда по проводнику и внезапный выброс? В этом и заключается особенность теории Деформационного взрыва. Давайте рассуждать. Что из себя представляет электрон? Ответ только один. Электрон есть заряженная частица. Это давно известно и сомнению не подлежит никаким образом. При снятии горного давления происходит изменение размеров атома, а значит, электроны приходят в движение и начинают с ускорением по спирали отдаляться от атома. Сила, которая его «гонит прочь», является кулоновская сила, возникшая как производная от силы объёмного сжатия массива. Эта сила, как сжатая пружина, постарается отодвинуть электрон на положенную ему орбиту, после чего начнёт тормозить движение электрона от ядра, стараясь удержать его на орбите. Как мы знаем из курса школьной физики, при движении заряда (электрона) возникает электрический ток, а так как движение

происходит с ускорением, то сила тока будет меняться. Вокруг заряда возникнут электрические и магнитные поля. В результате изменения силы тока произойдёт изменение магнитного поля, что повлечёт за собой появление индукционного тока, названный Фарадеем током самоиндукции, который, в свою очередь, вызовет появление поля самоиндукции. Именно ток самоиндукции при торможении электрона кулоновской силой начнёт ей активно противодействовать и вытеснять электрон за пределы атома, а говоря языком квантовой теории, создаст туннель, через который электрон, возможно, пройдёт потенциальный барьер. В итоге получается такая схема: при резкой разгрузке горного массива начинается ускоренное движение электронов за счёт накопленной потенциальной энергии сжатия кристаллических решёток пород в виде реакции на это сжатие кулоновской силы. При ускоренном движении электронов возникнет ток самоиндукции, который в начале процесса движения электрона будет тормозить его, а потом в противовес кулоновской силы станет отталкивать электрон от атома. Если у электрона с помощью тока самоиндукции хватит энергии уйти от ядра атома, то возникнет свободный радикал, который в свою очередь запустит цепную химическую реакцию. При цепной химической реакции газ, растворённый в породе в виде твёрдого раствора, начнёт переходить в свободное состояние и покидать места, занимаемые им в кристаллической решётке породы. Кристаллические решётки начнут принимать первоначальную форму, в результате которой выделится потенциальная энергия, затраченная горным массивом на сжатие пород. В результате этого обязательно возникнет магнитоупругий эффект Виллари. Но так как при движении заряда возникает магнитное поле, то возникнет явление обратное эффекту Виллари - явление магнитострикции. Очевидно, что частота этих родственных процессов в массиве с одними физическими свойствами будет почти всегда совпадать с возможностью резонанса горного массива. Но даже без достижения резонанса эти два эффекта начнут «раскачивать» горный массив, то сжимая его, то разжимая. Явлением магнитострикции можно объяснить хорошо известные, предваряющие внезапные выбросы шелушение забоя, стреляние забоя кусочками породы, шумы, нарастание газовыделения, потрескивание и другие подобные явления. Гул при землетрясениях, напоминающий шум танковой колонны или огромного роя пчёл, можно объяснить именно явлением магнитострикции, и он ничем не будет отличат-

ся от гула, издаваемого мощным трансформатором, который гудит именно по причине сжатия – растяжения сердечника трансформатора в результате явления магнитострикции. Следом произойдёт Деформационный взрыв. Остаётся добавить, что при тщательном рассмотрении и расчёте параметров Деформационного взрыва следует учитывать все сопутствующие ему электрические процессы и явления. Например, при движении электрон будет сталкиваться и с решёткой пород, и с другими электронами, следовательно, обязательно возникнет классическое сопротивление. Необходимо учитывать движение протонов и нейтронов, магнитные поля и другие параметры, связанные с движением заряда в магнитном поле. Зная законы, по которым развиваются химические цепные реакции и зная процесс образования Деформационного взрыва в горном массиве, у горных инженеров появляется реальный шанс «обуздать» подземную стихию. Например, из кинематики цепных химических реакций известно, что некоторые примеси, даже в самых малых концентрациях, могут оказать огромное влияние на скорость цепной реакции: в одном случае разогнать реакцию до взрыва, в другом – перевести её в режим вялого течения, а в третьем случае сделать её невозможной. Так почему нам не использовать эти присадки? Или из законов цепных реакций вытекает, что газовые смеси могут взрываться только при определённых концентрациях. Из этого мы можем с уверенностью предположить, что этот закон действует и для твёрдых растворов газов. Естественно, этот процесс не будет сопровождаться взрывом в классическом понимании: не будет ни дыма, ни пламени. В этом случае газ из твёрдого раствора будет массово, если так можно выразиться, переходить в свободное состояние. Вот только какие это концентрации ещё следует определить в химических лабораториях. Зная законы, возникающие при движении заряда, мы можем уверенно прогнозировать и предотвращать не только внезапные выбросы, но и землетрясения.

Заключение

С появлением теории Деформационного взрыва горных пород появилась возможность разработать совершенно новую теорию горных ударов и внезапных выбросов, а вместе с ней и надёжные методы прогноза и предотвращения этого «грозного врага» подземных рабочих. Следует добавить, что теория Деформационного взрыва разрабатывалась автором для объяснения не только горных ударов в шахтах, но и для

прогноза землетрясений. По мнению автора, Деформационный взрыв является причиной не

только горных ударов, но и всех типов землетрясений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бычков С. В. Химические реакции в процессе землетрясений. Взрыв пород горного массива как источник толчков, внезапных выбросов и горных ударов. // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2016. № 4. С. 38-47.
2. Горная энциклопедия. Внезапный выброс [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru/v/vnezapnyj-vybros/>
3. Горная энциклопедия. Горный удар [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru/g/gornyj-udar/>
4. Грицко Г. Г. Внезапные выбросы метана в шахтах // Наука в Сибири. 2007. № 32-33. 2617-2618.
5. Авершин С.Г. Горные удары. М., Углетехиздат, 1955.
6. Петухов. И.М. Горные удары на угольных шахтах. М., Недра, 1972.
7. Кузнецов В.В. Горный удар – причина выброса метана в угольной шахте? [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://vvkuz.ru/books/guft.pdf>.
8. Ходот В.В. Внезапные выбросы угля и газа. М., ГНТИ, 1961.
9. Сторчеус А.В. Заметки к методике расчёта сейсмической энергии взрывов и землетрясений [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.kscnet.ru/ivs/publication/volc_day/2008/art33.pdf.
10. Опарин В.Н. Скрицкий В.А. О механизме зарождения процессов, завершающихся внезапным выбросом угля и газа [Электронный ресурс] Горная промышленность. 2012. № 5. Режим доступа: <http://mining-media.ru/ru/article/prombez/3036-o-mekhanizme-zarozhdeniya-protsessov-zavershayushchikhsya-vnezapnymi-vybrosami-uglya-i-gaza>.

REFERENCES

1. Bychkov, S.V. (2016). Khimisheskie reaktsii v protsesse zemletriasenii. Vzryv porod gornogo massiva kak istochnik toichkov, vnezapnykh vybrosov i gornyx udarov [Chemical reactions in the process of earthquakes. Rock massif explosion as a source of shocks, sudden outbursts and mine shocks]. *Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoi promyshlennosti – Gerald of scientific center for safety in coal industry*, 4, 38-47 [in Russian].
2. Gornaia entsiklopediia. Vnezapnyi vybros [Mining Encyclopedia. Sudden outburst]. *mining-enc.ru*. Retrieved from <http://www.mining-enc.ru/v/vnezapnyj-vybros/> [in Russian].
3. Gornaia entsiklopediia. Gornyi udar [Mining Encyclopedia. Rock shock]. *mining-enc.ru*. Retrieved from: <http://www.mining-enc.ru/g/gornyj-udar/> [in Russian].
4. Gritsko, G.G. (2007). Vnezapnyie vybrosy metana v shakhtakh [Sudden outbursts of methane in mines]. *Nauka v Sibiri – Science in Siberia*, 32-33, 2617-2618 [in Russian].
5. Avershin, S.G. (1955). *Gornye udary [Mine rock shocks]*. Moscow: Ugletekhizdat [in Russian].
6. Petukhov, I.M. (1972). *Gornye udary na ugolnykh shakhtakh [Rock shocks in coal mines]*. Moscow: Nedra [in Russian].
7. Kuznetsov, V.V. Gornyi udar – prichina vybrosa metana v ugolnoi shakhte? [Rock shock – the reason for methane outburst in coal mine?]. *vvkuz.ru* Retrieved from: <http://vvkuz.ru/books/guft.pdf>. [in Russian].
8. Khodot, V.V. (1961). *Vnezapnyie vybrosy uglia i gaza [Sudden outbursts of coal and gas]*. Moscow: GNTI [in Russian].
9. Storcheus, A.V. (2008). Zаметки k metodike rascheta seismicheskoi energii vzryvov i zemletriasenii [Notes to the explosion and earthquake seismic energy calculation]. *kscnet.ru*. Retrieved from: http://www.kscnet.ru/ivs/publication/volc_day/2008/art33.pdf. [in Russian].
10. Oparin, V.N., & Skritskii, V.A. (2012). O mekhanizme zarozhdeniia protsessov zavershaiushchikhsia vnezapnym vybrosom uglia i gaza [On the processes origination mechanism that result in sudden coal and gas outburst]. *Gornaia promyshlennost – Mining industry*, No. 5. *mining-media.ru*. Retrieved from: <http://mining-media.ru/ru/article/prombez/3036-o-mekhanizme-zarozhdeniya-protsessov-zavershayushchikhsya-vnezapnymi-vybrosami-uglya-i-gaza>.