

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

К решению проблем освоения больших глубин

Когда слышишь информацию о новых катастрофах на угольных шахтах в разных концах планеты — в России, Украине, Польше, Китае — невольно вспоминается роман известного фантаста прошлого столетия Артура Конан Дойла «Когда Земля вскрикнула». Теперь техногенное вмешательство человека возросло настолько, что мы уже не слышим этих криков живой Земли. Или не умеем их расслышать? А ведь за каждым не услышанным нами подобным знаком стоят трагедии, не только уносящие жизни наших с вами современников, но и разрушающие материализованный труд предшествующих поколений, воплощенный в оборудовании, строениях, обустроенных территориях...

Чтобы приблизиться к решению проблем прогноза катастрофических событий, происходящих в горных массивах, объединяют свои усилия российские и китайские геомеханики. Подтверждение тому — обещающая статья традиционной совместная конференция «Нелинейные геомеханико-геодинамические процессы при отработке полезных ископаемых на больших глубинах», которая в апреле этого года состоялась в г. Фусинь (КНР).

Запасы каменного угля в Китае составляют 270 млрд тонн. Угольные месторождения сосредоточены преимущественно в северных и северо-восточных провинциях (только на провинцию Шаньси приходится около четверти всей добычи). Наиболее крупные центры угледобычи — Хуайнань, Хэган, Кайлуань, Датун, Фушунь, Фусинь. Кроме того, примерно половина угля добывается на 11 тысячах мелких угольных шахт. Неудивительно, что проблемы безопасности в угольной промышленности тревожат учёных и производственников Китая не меньше, чем их российских коллег.

Именно это стало предметом сотрудничества между специалистами Института горного дела СО РАН и Ляонинского технического университета. Подписанное ещё в 2005 году соглашение между двумя научными коллективами предполагает обмен информацией в решении современных проблем горной науки, публикации китайских ученых в журнале «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых», а российских — в журнале Ляонинского технического университета, выполнение совместных научно-исследовательских работ в рамках основных научных направлений ИГД СО РАН, участие в научных конференциях, симпозиумах и семинарах, организуемых как в России, так и в Китае.

Уместно отметить, что директор ИГД СО РАН чл.-корр. РАН В.Н. Опарин является членом редколлегий ведущих китайских научных журналов «Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering» и «Journal of Liaoning Technical University». Ректор Ляонинского технического университета, в свою очередь, входит в состав редколлегии академического журнала «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых», выпускаемого Институтом горного дела. Коллеги из Ляонина побывали на конференциях, проводимых ИГД СО РАН в 2007—2010 гг., выступили с проблемными докладами, участвовали в дискуссиях.

Во время пребывания в 2010 г. большой делегации китайских учёных на конференции «Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды» родилась мысль выделить проблемы горной геомеханики в отдельное совещательное пространство. Между чл.-корр. РАН В.Н. Опариним, директором ИГД СО РАН, академиком Цянь Циху, председателем Ассоциации геодинамики и инженерии Китая, академиком Чжан Теганом, ведущим специалистом по проблемам безопасности отработки угольных месторождений КНР, и профессором Пан Ишаном, ректором Ляонинского технического университета была достигнута договоренность об организации российско-китайской конференции поочередно. Целями и первоочередными задачами будущей встречи были признаны необходимость ускоренного развития, прежде всего усилиями китайских и российских ученых, исследований по нелинейным геомеханико-геодинамическим процессам в горном деле.

Основной задел для решения поставленных перед конференцией задач составили результаты российских учёных в области нелинейной геомеханики: явление зональной дезинтеграции горных пород вокруг подземных выработок (открытие СССР № 400, авторы — Е.И. Шемякин, М.В. Курленя, В.Н. Опарин и др.), явление знакопеременной реакции горных пород на динамические воздействия (В.Н. Опарин, М.В. Курленя, В.В. Адушкин и др.), волны маятникового типа (В.Н. Опарин, М.В. Курленя, В.И. Востриков). Партнёры с китайской стороны — обладатели крупных результатов в исследованиях по экологии, в частности, захоронению ядерных отходов, а также в области разработки полезных ископаемых. Это в первую очередь специалисты Ассоциации геодинамики и инженерии Китая, насчитывающей более 10 тыс. человек, и учёные созданного более 65 лет



назад Ляонинского технического университета, приобщающие к решению подобных задач многочисленных студентов из 35 тыс. обучающихся в ЛТТУ.

В итоге немалых организационных усилий 16—17 апреля в г. Фусинь на базе Ляонинского технического университета состоялась 1-я Китайско-Российская конференция по проблемам нелинейных геомеханико-геодинамических процессов при разработке полезных ископаемых на больших глубинах. Проблемы, рассмотренные на конференции, относятся к актуальным и важным, так как связаны с решениями набравших вопросов горного производства. По каким законам происходит разрушение массивов пород вокруг выработок? Возможно ли использовать эти законы для более полного обеспечения безопасности ведения горных работ, для ускоренного и с меньшими затратами процесса извлечения полезных ископаемых?

Другой круг вопросов относится к геодинамике. Что является носителем и инициатором катастрофических событий на Земле (землетрясений) и внутри неё (внезапные выбросы пород и газа в шахтах)? Какова роль блочной структуры Земли в этих процессах?

Учёные давно понимали, что и те, и другие вопросы нужно рассматривать во взаимосвязи. Требуется объединение усилий всех заинтересованных сторон, что, собственно, и явилось отличительной чертой данного форума. Следует отметить солидный квалификационный состав участников конференции. Это, прежде всего, члены академии КНР: председатель Ассоциации геодинамики и инженерии Китая, академик Цянь Циху, академик Чжой Фэн, известный своими трудами в области подземного строительства сооружений с большими пролетами, академик Чжан Теган, специалист-угольщик, занимающийся проблемами горных ударов, выбросов пород и газа. Помимо учёных, на конференции были представители бизнес-элиты Китая, выразившие желание быть спонсорами: это высшее руководство таких предприятий, как Горное ООО Пекина, ООО Энергии и химической переработки ШЭНМА ЧЖОНПИН Китая, Горное ООО СИНВЭНЬ Китая, Горное ООО ФУСИНЬ Китая, Горное ООО ЗИЛИНЬ Китая, Объединение тяжёлой промышленности Севера Китая. Во главе российской делегации на конференции был сопредседатель Оргкомитета конференции, директор Института горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН чл.-корр. РАН В.Н. Опарин.

В своем вступительном слове Виктор Николаевич отметил следующее: «На рубеже минувшего XX и наступившего XXI столетий произошло важное для естествоиспытателей событие — понимание того, что в основе очень многих, нелинейных в своей основе, геомеханических и геодинамических процессов лежит блочно-иерархическое строение массивов горных пород. На это обстоятельство впервые, пожалуй, особое вни-

мание было обращено в работах академика М.А. Садовского и его учеников из Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, а также коллективом учёных из Института горного дела СО РАН, существенно развивших базовые представления академика М.А. Садовского о блочно-иерархическом строении объектов геосреды в очень широком диапазоне их линейных размеров. Практически, речь идет о диапазоне от атомарных и до космических масштабов уровней.

Ещё сравнительно недавно при описании деформирования массивов горных пород (геофизической среды) под воздействием естественных либо техногенных возмущений, геосреда моделировалась в виде однородного изотропного континуума. Для получения количественных соотношений о напряженно-деформированном состоянии горных пород и описания геомеханических и геодинамических процессов использовался математический аппарат механики сплошных сред. На известном этапе развития науки о природе и характере протекания процессов, происходящих в массивах горных пород под воздействием естественных и антропогенных факторов, такой подход к их описанию был вполне естественным и в достаточной мере удовлетворял исследователей и практиков.

Однако с развитием экспериментальных методов геомеханики и геофизики стали множиться факты, свидетельствующие о том, что реальные массивы горных пород на самом деле представляют собой сложно построенные среды, расчленённые поверхностями и зонами ослабления на отдельные блоки различного масштабного уровня. В настоящее время для количественного описания этой реальности активно разрабатывается предложенный мною кластерный подход, основанный на существовании канонических рядов структурных отдельностей и сопряженных с ними амплитудно-периодных спектров геофизических и геомеханических полей.

Такому подходу к описанию породных массивов во многом способствовали два фундаментальных геомеханических открытия: (1) явление зональной дезинтеграции горных пород вокруг подземных выработок и (2) явление знакопеременной реакции горных пород на взрывные (динамические) воздействия.

Первое из них свидетельствует о наличии своеобразного закона квантования геомеханической энергии при образовании подземных выработок (полостей) в условиях больших глубин.

Второе — о существовании в массивах горных пород ранее неизвестных нелинейных упругих волн маятникового типа, носителями которых являются не абстрактные математические «элементарные объёмы», но реальные структурные элементы геологического вещества в приближении «абсолютно твёрдых тел». Для их регистрации и теоретического анализа в последнее десятилетие ведутся исследования и разработки в ряде институтов СО РАН в рамках интернацион-

ных проектов под научно-методическим руководством и с непосредственным участием ИГД СО РАН.

Мне хотелось бы выразить большую благодарность организаторам этой конференции с китайской стороны за их большую заинтересованность в её проведении, где, надеюсь, найдут свое достойное отражение отмеченные мною направления фундаментальных научных и прикладных исследований, а по существу — задел для наших совместных разработок для геотехнологий будущего».

На конференции прозвучало 18 получасовых лекций-докладов, состоялся обстоятельный обмен мнениями по обширному кругу вопросов. Участники дискуссии были единодушны в том, что:

— массив горных пород вокруг подземных выработок на больших глубинах разрушается зонально. То есть, в первый момент при нагружении массива образуется зона разрушения непосредственно на контуре выработки. Далее образуется вторая зона трещин, отстоящая от первой на определенном расстоянии. Здесь также трещины ориентированы параллельно контуру выработки. Затем образуются «квантообразные» зоны разрушения массива пород;

— зональная дезинтеграция массива горных пород имеет упорядоченный характер: средние значения радиусов и ширина зон разрушения для протяженной выработки образуют геометрическую прогрессию с основанием;

— исходя из закономерностей образования зональной дезинтеграции, необходимо находить новые способы крепления и поддержания выработок, в том числе и в заклюдочном массиве;

— массивы горных пород представлены иерархией блоков по размерам. При распространении маятниковых волн все блоки (их носители) двигаются. Колебания малых блоков происходят в большом, включающем их, блоке. Колебания больших блоков вызывают медленные волны (волны маятникового типа), вызывающие катастрофические явления (землетрясения, горные удары);

— необходима разработка принципиально новых систем контроля и распознавания волн маятникового типа, определения степени воздействия их на наземные и подземные сооружения.

Перечисленное — только небольшая часть тех проблем и решений, которые прозвучали на конференции. Много дебатов было вокруг принятия условий совместности деформаций в областях зональной дезинтеграции массива пород. Этот вопрос широко освещен в докладах академика Цянь Циху и профессора Ци Чэнжи. Профессор Ли Сибин из Южного Центрального университета провинции Хунань (г. Чанша) значительное место уделил методам разрушения пород, использующим запасенную энергию пород при сжатии за счёт глубокого залегающих и явления зональной дезинтеграции.