

Техногенный сейсмос: ВЫЗЫВАЕМ УДАР НА СЕБЯ

Александр Волков



В прошлом номере журнала была опубликована статья доктора геолого-минералогических наук Э. Халилова «Ждать ли геологических и климатических потрясений?». В статье участвовавшие землетрясения объяснялись общей тектонической активностью планеты.

Однако причиной землетрясений не всегда бывает противоборство природных сил. Ведь человек, как это ни покажется на первый взгляд невероятным, тоже способен поколебать земную кору, простирающуюся вглубь на десятки километров. По подсчетам ученых, уже более двух сотен заметных землетрясений вызваны нашей промышленной деятельностью. Добыча природного газа и угля, строительство водохранилищ и использование геотермальной энергии — все это может привести к неожиданной активности земных недр.

*Плотен, кряжист, коренаст,
Как Атлант, надаст, надавит,
Сдвинет почвы целый пласт
И его ребром поставит.*

*И.В. Гете
(пер. Б.Л. Пастернака)*

Победный удар в Базеле

8 декабря 2006 г. в одном хорошо знакомом футбольным болельщикам городе Центральной Европы произошло землетрясение с магнитудой 3,4. Задражали здания. Люди в испуге выбежали из своих квартир.

Этому предшествовала сцена, достойная занять место в каком-нибудь фантастическом фильме. Инженеры и строители окружили буровую установку. С глухим рокотом она заработала, все глубже вгрызаясь в подземные кладовые и вскрывая запечатанные недра земли. Струя воды под большим напором нагнеталась в скважину. Опыленные шумом слаженно работавших частей машины, люди поначалу не заметили, как земля под их ногами стала подрагивать, словно тело, забившееся в агонии. Поначалу эти конвульсии были различимы лишь приборами. Внезапно откуда-то из подземелья донесся громкий хлопок. Следом удар зашатал здания.

Так в швейцарском Базеле при попытке использовать геотермальную энергию — именно для этого в скважину под огромным давлением накачивали воду, намереваясь разогреть ее за счет подземного тепла, — вызвали на себя гнев Земли. Потом местные власти публично оправдывались за *«неожиданные, крайне негативные последствия данного проекта»*. Право же, редко когда можно услышать, чтобы за землетрясение кто-нибудь извинялся. Не взывать ведь понапрасну к небесам, прося объяснений!

Но в этом случае все начиналось с людей. Именно при участии городской администрации компания «Geopower AG» в мае 2006 г. начала бурить скважину глубиной 5000 м. В первую неделю декабря в эту скважину стали подавать воду, все увеличивая напор струи, чтобы расширить трещины в пластах породы. Руководство фирмы не уставало повторять, насколько экологична используемая ею технология. На большой глубине вода должна была нагреваться до температуры кипения, а затем в виде горячего пара подниматься на поверхность, чтобы вращать турбины электрогенератора. Однако когда давление воды достигло 200 бар, приборы стали фиксировать сейсмическую активность.

Экспериментальная установка была отключена. Последовало извинение. «Пардон, мы вас потрянули» — под таким заголовком комментировала события немецкая газета «Die Zeit». Но потревоженная стихия сразу не улеглась. В январе 2007 г. в том же городе зафиксировали подземный удар магнитудой 3,2.

Между тем, затевая проект, те же чиновники и строители не задумывались о том, что в Базеле в 1356 г. произошло землетрясение, имевшее магнитуду 6,5. Тогда город был полностью разрушен. Теперь же творцы «победы над земной стихией» рассчитывали в худшем случае иметь дело с микроземлетрясениями, которые никто и не заметит. Однако, сами того не зная, привели в движение силы, какие не были способны обуздать.

Конечно, на этот раз природа билась с человеком, скорее, понарошку. Ни одна постройка в городе практически не пострадала. Но вот доверие к новой технологии добычи энергии было подорвано основательно. Этот эксперимент лишний раз показал, какие громадные силы мы можем пробудить, отчаянно пускаясь в свою промышленную деятельность, сооружая шахты и буря скважины, разрезая землю вдоль и поперек. Исследования свидетельствуют, что нам уже не раз удавалось вызывать всплески сейсмической активности. Гор-



нопромышленные и газодобывающие компании сумели научиться у природы худшему — искусству вызывать землетрясения.

День повышенной добычи

По оценке геофизика Кристиана Клоуза (Klose) из Колумбийского университета, к числу техногенных катастроф можно отнести уже более 200 сильных землетрясений. Клоуз — один из немногих ученых, кто занимается этой взрывоопасной темой. Почти в половине отмеченных им случаев подземные удары сопровождали разработку полезных ископаемых в шахтах и рудниках.

Так, 13 марта 1989 г. в ГДР, в Тюрингии, обрушились стены штольни, в которой добывали калийные соли. Это привело к землетрясению с магнитудой 5,6. Особенно пострадало расположенное по соседству местечко Фёлькерхаузен. Там пришлось снести почти все старинные здания, поскольку они уже не подлежали восстановлению.

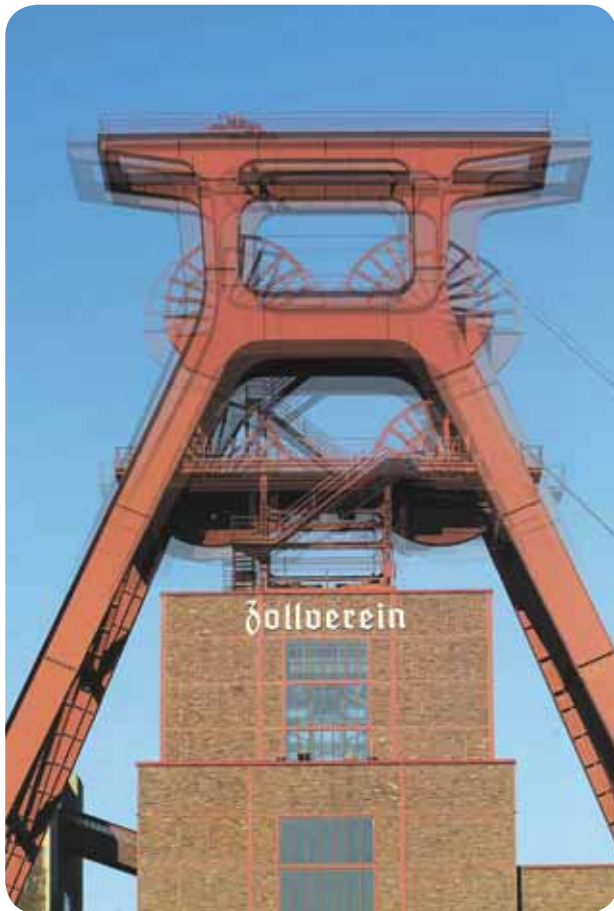
В декабре того же года в австралийском Ньюкасле, близ Сиднея, землетрясение разрушило сотни домов. Вызвано оно было работами на местной угольной шахте, пишет Клоуз в статье, опубликованной на страницах журнала «Earth and

Planetary Science Letters». Магнитуда подземного толчка достигла опять же 5,6. Но на этот раз не обошлось без жертв. «Шахтная стихия» унесла жизни 13 человек, еще 165 получили ранения. Общий ущерб составил 3,5 млрд долл. «Убытки превысили суммарную прибыль, полученную рудником за все время своего существования, начиная с 1799 г.», — отмечает Клоуз. Несмотря на доводы ученых, руководство угледобывающей компании не признало своей вины, настаивая на том, что катастрофа была вызвана естественными причинами.

Между тем, по расчетам Клоуза, из шахты было извлечено около полумиллиарда тонн угля, что заметно изменило напряженное состояние в верхнем слое земной коры. Давление на одном из ее участков стало заметно нарастать — особенно по сравнению с соседними. И вот вдоль ослабленного слоя коры произошел сдвиг.

В начале 2008 г. серия землетрясений с магнитудой до 4 произошла в одной из земель Германии — в Сааре. Были повреждены многочисленные здания, напуганы люди. Эти подземные толчки также имели техногенную природу. Они были связаны с ведущейся здесь разработкой угольных месторождений. Это было самое сильное землетрясение на территории Саара за все годы наблюдений. Его очаг находился на глубине всего одного километра. Поэтому подземные толчки особенно ощущались на поверхности, хотя обычно землетрясение подобной силы не вызывает заметных разрушений. Больше всего пострадали, кстати, сами шахты. Их стены рухнули. Земная кора, можно сказать, не столько сотряслась, сколько «обвалилась», подточенная изнутри человеком (очевидно, с подобной сейсмической активностью связано немало аварий на шахтах). Недаром сейсмологи, изучавшие последствия катастрофы, предупреждают, что даже если добыча угля в Сааре будет прекращена, заброшенные шахты и штольни станут время от времени осыпаться, а значит, в этом сейсмически безопасном регионе все так же иногда будут ощущаться подземные толчки.

Сейчас в Сааре или Руре — другом угольном бассейне Германии, где зимой 2007/2008 года были отмечены три землетрясения с магнитудой около 3, — земля источена штольнями и шахтами, как швейцарский сыр дырками или подземная Москва туннелями. Эти штольни, прорытые на протяжении многих веков, тянутся на тысячи километров. Их планировка зачастую неведома никому. В некоторых районах обширные участки местности





попросту просели, опустившись на глубину до 30 м. В Руре отмечены случаи провала построек в прорытые под ними туннели.

Люди не замечают, какие опасности готовят себе сами, пока не произойдет что-нибудь непоправимое. Особого рода катастрофа грозит шведскому городу Кируна, в котором проживают около 20 тыс. человек. Прямо к городу примыкает громадный карьер, где многие десятилетия добывали железную руду. Время от времени его стенки обваливаются, он становится все шире, и когда-нибудь, предупреждают эксперты, весь город сползет в этот провал. Рано или поздно его придется снести и построить на новом месте.

Дать газа плите

Расчеты, проделанные Кристианом Клоузом, ставят под сомнение и популярный сейчас план борьбы с глобальным потеплением. Идея закачивать вглубь земли огромные количества углекислого газа подкупающе проста. Однако подобная технология, как убеждаются ученые, может вызвать сейсмическую активность даже в тех областях, где она, кажется, давно прекратилась. Что уж говорить о районах, где опасность землетрясений и теперь еще очень высока!

Между тем подобный риск вообще не учитывается авторами предлагаемых проектов. А ведь даже в средних по величине подземных хранилищах CO_2 по прошествии каких-нибудь тридцати лет, отмечает Клоуз, уровень давления в толще породы повышается примерно на 0,1 атм, а это уже пороговый показатель. После этого, как свидетельству-

ет печальный опыт шахты в Ньюкасле, землетрясение может произойти в любой момент. При планировании подземных хранилищ углекислого газа эта опасность не учитывалась. Их строительство намечено в основном там, где и производят «парниковый газ», т. е. близ электростанций и населенных пунктов, которые прежде всего и пострадают в случае подземных ударов.

Работники газовой промышленности тоже умеют будить стихию. Так, в 2004–2005 гг. в Северной Германии, где и знать ничего не знали про сейсмическую угрозу, по вине газодобывателей произошло два землетрясения.

20 октября 2004 г. в 8 часов 59 минут на полпути между Гамбургом и Бременом случилось то, чего не должно было быть по всем научным теориям — землетрясение, имевшее магнитуду 4,5. Его очаг находился в зоне разработки газового месторождения. В Гамбурге закачались высотные здания, потрескались стены некоторых квартир, люди в панике выбежали на улицу. Ничего подобного тут не происходило. До сих пор Северная Германия по этой части считалась одним из самых безопасных регионов нашей планеты. Здесь даже минимальная сейсмическая активность редка. Новый подземный толчок не заставил себя ждать. Уже 15 июля 2005 г. вновь задрожали дома; магнитуда этого землетрясения составила 3,8.

Причина обоих происшествий вскоре стала очевидна. Вследствие добычи газа напряженное состояние в недрах земли изменилось. Это привело к тому, что на глубине около 8 км раскрылись зоны древних разломов, что и вызвало всплеск сейсмической активности, тогда как обычно ее причиной бывает движение литосферных плит.

Все новые факты убеждают нас в том, что землетрясения в зонах разработки полезных ископаемых — прежде всего природного газа и угля — зачастую происходят вовсе не случайно. Виной тому человек — поистине геологическая сила природы. Вызванные нами самими катастрофы в сейсмически безопасных регионах могут причинить, кстати, куда больший ущерб, чем в иных местах. Ведь здесь совсем иные стандарты строительства, никак не рассчитанные на мощные подземные удары.

Между тем, как показывает зарубежный опыт, добыча природного газа часто сопровождается землетрясениями, порой достаточно сильными. Так, по оценке Клоуза, газодобыватели Франции своим ударным трудом вызвали три землетрясения с магнитудой, равной примерно 5, и несколько подземных ударов с магнитудой около 4. В Италии еще в

1951 г. при разработке месторождения природного газа произошло землетрясение, имевшее магнитуду 5,5. Наконец, в 1983 г. достойным ответом ударили газовики Калифорнии — магнитуда 6,5.

К этой же категории техногенных катастроф Клоуз относит и два землетрясения в Узбекистане, в Газли, происшедшие в 1976 г. По его мнению, они были непосредственно связаны с добычей здесь природного газа. Как сообщает «Википедия», поселок Газли «был практически полностью разрушен землетрясением 17 мая 1976 г. в 7 часов 58 минут 33 секунды утра. Население было предупреждено сейсмологами и предварительным землетрясением 8 апреля, поэтому больших жертв не было». Магнитуда обоих событий равнялась соответственно 7,3 и 7,0. Прежде эта местность считалась «практически безопасной в сейсмическом отношении», отмечает известный российский сейсмолог Валентин Уломов, автор монографии «Сейсмичность западного Узбекистана», а потому при строительстве поселка никак не ожидали, что главным инспектором станет... подземная стихия. Последнее землетрясение с магнитудой 7,2 зафиксировали 20 марта 1984 г. Как пишет Валентин Уломов, «не исключено также, что интенсивная откачка газа из земных недр на Газлийском месторождении явилась «спусковым крючком» для сборо-

са накопившихся к этому времени гигантских тектонических напряжений в земной коре этого района».

Как правило, газодобывающие компании ничего не хотят слышать о том, что их деятельность может привести к сейсмической катастрофе, и отказываются принимать какие-либо меры. Но есть и исключения. В Нидерландах, например, где также разрабатывают месторождения газа (и его добывают здесь больше, чем в соседней Германии), вот уже несколько лет ведется тщательный сейсмический контроль состояния недр земли в зоне добычи. Пока отмечены лишь слабые подземные толчки, способные вызвать разве что растрескивание стен старых зданий.

При строительстве геотермальных установок — мы вновь возвращаемся в Базель — землетрясений подобной силы не следует ожидать, полагают сейсмологи. В этих сооружениях нагнетаемая вода увеличивает уровень давления на небольшом участке земной коры, и, как показывает опыт, магнитуда ответного подземного удара не превышает 3,5. К тому же глубина скважин в таких случаях бывает все же слишком мала, чтобы вызвать разрушительную катастрофу.

Во французском местечке Суль-су-Форе, где геотермальная установка введена в строй в 1993 г.,



десять лет спустя был зафиксирован подземный толчок, имевший магнитуду 2,9 (жители, впрочем, тоже покинули свои дома). После этого события напор воды, закачиваемой в скважину, уменьшился, и впоследствии здесь не наблюдалось сейсмической активности. Установка же стала вырабатывать заметно меньше энергии.

В Австралии и Калифорнии, где используется геотермальная энергия, также отмечали слабые подземные толчки. Много вопросов у специалистов вызвало землетрясение в Сальвадоре в 2003 г. с магнитудой 4,4. Возможно, оно произошло по естественным причинам, но есть подозрения, что оно связано с использованием геотермальной энергии.

Слово товарищу Фан Сяо

Чаще всего люди проявляют поразительную беспечность, делая, кажется, все возможное, чтобы техногенная катастрофа состоялась. Мы просто отказываемся верить в то, что сами, своими силами можем вызвать крупное землетрясение.

Так, в Польше, в окрестности города Полковице, ведется добыча меди. Здесь уже несколько раз отмечались странные подземные толчки. Но это не насторожило руководство компании. Рудник будет расширен. Между тем всего в полукilометре от него сооружена дамба, и в случае сильного землетрясения «ее может прорвать», отметил краковский геолог Станислав Лазоцки, выступая в сентябре 2006 г. на конференции в Женеве.

Строительство крупных водохранилищ уже не раз приводило к землетрясениям. Ведь огромные массы воды значительно повышают давление на данный участок земной коры. В декабре 1967 г., после постройки водохранилища Койна в Индии, произошло землетрясение, имевшее магнитуду 6,3. Плотина была прорвана. Жертвами катастрофы стали 177 человек. При строительстве Асуанской плотины было отмечено землетрясение с магнитудой около 6. В момент заполнения водохранилищ Нурекской и Токтогульской ГЭС отмечалось нарастание активности слабых землетрясений.

Возможно, частично техногенной катастрофой является и майское землетрясение 2008 г. в Сычуани с магнитудой 7,8, унесшее жизни около 70 тыс. человек. Такое предположение высказали китайские ученые, сообщает журнал «Spiegel». Они обращают внимание на то, что незадолго до катастрофы здесь же, в Сычуани, близ города Дуцзянянь, было завершено строительство новой дамбы водохранилища на реке Цзипинпу. Очень вероятно,



признается Фан Сяо, главный инженер группы геологических изысканий провинции Сычуань, что, не будь этой дамбы, сила землетрясения была бы значительно меньше, да и произошло бы оно лет через 100–200. В самой плотине обнаружилось глубокие трещины, что может привести к затоплению города, в котором до землетрясения проживали около полумиллиона человек.

Зарубежные специалисты отмечают, что власти Китая поступают весьма опрометчиво, разрешая сооружение искусственных водохранилищ вдоль линий геологических разломов. Между тем правительство страны, стремясь решить энергетическую проблему, планирует возвести в ближайшие годы еще ряд дамб, в том числе на реке Ялун в провинции Сычуань, в верховьях Янцзы и на ее притоках, а также на территории провинции Юньнань на юге страны. Все это зоны сейсмической активности. И если опасения ученых справедливы, Китай могут ждать новые мощные землетрясения.

* * *

В последние десятилетия во всем мире строится все больше водохранилищ. Неуклонно расширяется и разработка полезных ископаемых. На покоренных нами реках, как и в наших подземных кладовых, мы ведем себя слишком бесцеремонно, не считаясь с силами природы, что дремлют в толще камня. Мы, сами того не ведая, ослабляем вековые опоры, на которых стояли наши города и поселки, создаем для них постоянный источник угрозы. Так что впору говорить вслед за Клоузом о «геомеханическом загрязнении» планеты. Нам следует быть осмотрительнее, потому что природа всегда нанесет ответный удар. За нашу беспечность нам воздастся сторицей.