

экспериментов определялась по статическому методу «вверх-вниз». Результаты экспериментов представлены в табл.3.

**Табл. 3.** Зависимость инициирующей способности ЭД от массы вторичного заряда

Масса вторичного заряда, г	Критическая плотность, г/см <sup>3</sup>		
	Аммонит Т-19 с Дкр.=18 мм	Аммонит ПЖВ-20 с Дкр.=23 мм	Аммонит Т-19 с Дкр.=23 мм
0,2	1,415	1,280	-
0,4	1,520	1,420	-
0,5	1,580	-	-
0,7	1,615	1,530	-
1,0	1,690	1,580	1,570
1,5	1,730	1,615	1,630

Из приведенных в табл. 3 данных видно, что инициирующая способность ЭД с увеличением навески возрастает не прямо пропорционально, как следовало бы предполагать: на сравнительно малых навесках БВВ 0,2 г, 0,4 г этот рост значителен, а начиная с 0,8–1 г — увеличение незначительное.

Заключительным этапом данной работы будут следующие направления:

— изучение надежности инициирования вновь разработанных ЭД, с оптимальной навеской вторичного заряда шпуровых зарядов в различных горно-геологических условиях ведения взрывных работ в шахтах;

— разработка оптимальной конструкции защиты ЭД от взрывов при механических воздействиях на них в зоне расположения электровоспламенительного узла;

— проведение предварительных и приемочных испытаний новых ЭД.

### Библиографический список

1. Белов А.Г., Федоров А.Ф. Электродетонаторы пониженной чувствительности к механическим воздействиям // Отчет о НИР, Макеевка: МакНИИ, 1970. — 43 с.
2. Белов А.Г. и др. Разработать и внедрить предохранительные электродетонаторы короткозамедленного действия пониженной чувствительности к механическим воздействиям // Отчет о НИР, Макеевка: МакНИИ, 1995. — 51 с.
3. Кокю, Жильтайре, Сеелман. Доклад на Международной конференции директоров научно-исследовательских учреждений. — Париж, 1973. — 9 с.
4. Светлов Б.Я., Яременко Н.Е. Теория и свойства промышленных взрывчатых веществ. — М.: Недра, 1973. — 208 с.

© Праздникова Т.М., Белов А.Г., Галиакберова Ф.Н., Михайленко И.А., 2002

УДК 551.2/3:577.4

ВОЕВОДА Б.И. (ДонНТУ), СОБОЛЕВ Е.Г., САВЧЕНКО О.В. (ОАО «УкрНТЭК»)

## ГЕОДИНАМИКА И ЕЕ РОЛЬ В УСТОЙЧИВОМ РАЗВИТИИ РЕГИОНОВ

Устойчивое развитие регионов предусматривает не только усиление промышленного потенциала и наращивание производства. Важнейшей задачей при этом является сохранение чистоты всех компонентов природы (атмо-, гидро-, лито- и биосферы) в интересах настоящих и будущих поколений людей. Реализация указанного условия возможна при обеспечении экологической безопасности функционирования

всех промышленных объектов. Любая деятельность, направленная на промышленное развитие регионов, должна отвечать трем главным требованиям: «экологически необходимо», «экономически целесообразно», «технически возможно».

Сохранение природных экосистем при гигантском и всевозрастающем процессе их техногенной деградации требует расширения наших знаний о характеристиках и особенностях природных объектов, определяющих сопротивляемость экосистем техногенной нагрузке и их способность к самовосстановлению.

### Экологическая и экономическая роль геологической среды

Важной сферой природы в экологическом и экономическом отношении является геологическая среда. Она обеспечивает человеческое общество всеми необходимыми ресурсами и одновременно является источником и причиной многих негативных экологических явлений и экологических катастроф. Поэтому всестороннее изучение характеристик и параметров геологической среды, процессов и явлений, происходящих в ней, их учет и соответствующие защитные мероприятия, смягчающие или исключаящие негативные последствия, являются насущным требованием к любой производственной деятельности.

К геологической среде относится верхняя часть земной коры, подвергаемая техногенному воздействию. В зависимости от типа воздействия, мощность геологической среды может составлять от десятков сантиметров (сельскохозяйственная деятельность), до тысяч метров (горные выработки шахт и рудников, а также глубокие буровые скважины).

Экологические функции геологической среды многогранны [1]. Это ресурсные функции, охватывающие проблемы минерально-сырьевой базы развития экономики, а также вопросы, связанные с геологическим пространством, пригодным для жизни и деятельности биоты. Не менее важной является геодинамическая экологическая функция, отражающая способность литосферы влиять на состояние биоты, безопасность и комфортность проживания человека через природные и антропогенные процессы и явления, протекающие в геологическом пространстве. Геохимическая экологическая функция отражает способность геохимических полей (как природных, так и техногенно созданных) литосферы влиять на состояние биоты в целом и, особенно, на человека. Геофизическая экологическая функция отражает способность различных физических полей, возникающих в геологических образованиях природным и антропогенным способами, влиять на условия существования биоты и, прежде всего, человека.

Упомянутые экологические функции литосферы (ресурсная, геодинамическая, геохимическая, геофизическая) отражают многообразные функциональные зависимости между литосферой (природной и техногенно преобразованной) и биотой, в том числе человеческим обществом. Четких границ между различными экологическими функциями геологической среды не имеется, так как они зачастую перемежаются. Например, химические загрязнения поверхностных и подземных водных источников (показатели геохимической функции) могут уменьшить природные запасы самого ценного полезного ископаемого — воды, что касается уже ресурсной функции. Аналогичным образом, глобальные, общепланетарные зоны повышенной тектонической активности являются объектом изучения как ресурсной, так и геодинамической функции, так как зоны разломов (особенно мантийного заложения) с одной стороны являются благоприятными для формирования многих месторождений

различных полезных ископаемых, а с другой стороны — местами повышенного риска для всех инженерных сооружений и людей.

**Геодинамическая концепция — теоретическая база обеспечения технической и экологической надежности инженерных объектов**

По современным представлениям вся земная кора повсеместно разбита на блоки различных размеров. Они находятся в постоянном движении. Нет ни одной точки на земной поверхности, которая оставалась бы в состоянии покоя и не испытывала какого-либо движения. Одни участки земной коры медленно опускаются, другие — поднимаются, третьи — нагромождаются друг на друга или расходятся. Такие процессы происходят очень и очень медленно — со скоростью в несколько миллиметров (реже сантиметров) в год [2].

Различная тектоническая активность движущихся блоков горных массивов определяет зонально-блочное строение земной коры и всей литосферы. Тектонические движения блоков имеют ритмический (циклический) характер, определяемый эндогенной (внутренней) ритмикой процессов внутри Земли, а также ритмичностью внешних (космических) процессов, важнейшими из которых являются лунно-солнечные приливные вариации. Цикличность проявлений эндогенных и космических процессов обеспечивает не только вариации интенсивности перемещений, но и смену направления движения одних и тех же блоков земной коры. Это обуславливает пульсационный, знакопеременный характер тектонических движений конкретных массивов горных пород и соответствующие переменные по направлению и интенсивности проявления воздействия на основания любых инженерных сооружений.

Границы между блоками земной коры различной тектонической активности представляют собой геодинамические зоны (ГДЗ.) Они имеют определенные размеры по ширине (в плане) и различную протяженность на глубину, зависящие от причин, вызывающих движения блоков. Геодинамические зоны могут иметь либо аномально напряженное состояние (при дальнейшем развитии которого может произойти разрыв и перемещение блоков горного массива), либо представляют собой структуры, по которым происходили или происходят тектонические подвижки блоков горного массива.

В пределах ГДЗ породы испытывают повышенные напряжения и деформации, интенсивную дезинтеграцию (разуплотнение), локальное изменение литологического состава. Разуплотненные, трещиноватые породы в пределах ГДЗ обеспечивают повышенную фильтрацию как природных (естественных), так и техногенно загрязненных вод. Одновременно ГДЗ являются наилучшими путями энергопереноса. По этим зонам (особенно глубинных разломов) из недр Земли поднимаются к поверхности различные виды энергии, а также паро-водные и газообразные потоки различных химических элементов и соединений, в том числе и агрессивных по отношению к инженерным конструкциям.

Зонально-блочное строения глубинных геологических образований находит свое отражение и на земной поверхности. Чаще всего это проявляется в виде линейно вытянутых форм рельефа, их границ, элементов гидрографической сети, в виде различных зон почвенного и растительного контрастов, обусловленных геологическими причинами.

Поверхностное проявление в рельефе крупных глубинных (планетарных и глобальных) тектонических структур получило название линеаментов. Аналогичные поверхностные проявления более мелких структурных элементов горных массивов называют микролинеаментами или также — линеаментами.

Таким образом, геодинамические зоны, как глубинные геологические структуры, соответствуют линеаментам поверхности. Вследствие эрозионных процессов, сглаживающих рельеф, далеко не всегда геодинамические зоны отчетливо отображаются в рельефе поверхности, или отчетливость такого отображения оставляет желать лучшего.

Поэтому обнаружение, трассирование и изучение геодинамических зон необходимо выполнять геофизическими методами. Для этого существуют объективные и надежные физико-геологические предпосылки. Они базируются на том, что любое изменение вещества горных пород и их состояния обеспечивает заметные отклонения от фоновых значений физических свойств пород и физических полей над геологическими объектами. На этом основании все геофизические методы (грави-, магнито-, электро-, сейсмометрические, радиоактивные и ядерные, тепловые) позволяют обнаруживать различные блоки горных пород, трассировать геодинамические зоны, оценивать их показатели, то есть эффективно изучать геодинамическое состояние геологической среды. Весьма высокие возможности при геодинамических исследованиях имеются и у атмогеохимических (эманационные, газовые) методов, так как ГДЗ характеризуются повышенными газовыделениями, особенно в периоды тектонической активности.

Современная тектоническая активность по геодинамическим зонам, разрушающим образом действует на любые инженерные объекты и сооружения. Наиболее интенсивно это проявляется когда основание объекта размещено на различных блоках горного массива (объект пересекает ГДЗ), или когда объекты расположены в пределах самой ГДЗ. Для линейных объектов (трубопроводы, тоннели, авто- и железнодорожные магистрали, каналы, ЛЭП и т. п.) места пересечений с ГДЗ являются аварийно-опасными участками. Нарушение прочности, целостности и разрушение инженерных объектов в преобладающем числе случаев обусловлено влиянием геодинамических процессов. Подтопление и заболачивание территорий, загрязнение поверхностных и подземных вод осуществляется от источника загрязнения подземными путями по ГДЗ.

Кроме потери механической прочности и разрушения инженерных объектов, зачастую возникают побочные (сопровождающие) явления и процессы, создающие социальный и экологический ущерб, во много раз превышающий ущерб от самого разрушения.

Подтверждением сказанного являются примеры Чернобыльской катастрофы 1986 года и трагедия с пожаром двух пассажирских поездов на Урале в 1989 году. В обоих случаях гибель большого количества людей связана с проявлениями геодинамики геологической среды [3]. Известны многочисленные случаи подтопления и загрязнения окружающей территории от хвостохранилищ и шламонакопителей, осуществленные по ГДЗ [3]. Установлено, что от 76% до 96% крупных аварий на магистральных нефте- и газопроводах происходит в местах пересечений ими ГДЗ, а аварии с негативными экологическими последствиями на нефтегазовых скважинах происходят, если эти скважины расположены в пределах активных геодинамических зон [1]. При затоплении выработок закрывающихся шахт по ГДЗ вытесняется к поверхности природный газ поднимающимися шахтными водами, подтапливаются и заболачиваются прилегающие территории, «оживают» и активизируются тектонические подвижки блоков горных массивов [4].

Из изложенного вытекает однозначный вывод — при строительстве новых инженерных объектов необходимо выбирать площадки под строительство вне ГДЗ, а при эксплуатации действующих объектов — реализовать упреждающие защитные

мероприятия от возможных негативных последствий влияния ГДЗ. В обоих случаях необходимо иметь геодинамическую карту территории рассмотрения с указанием всех ГДЗ и их детальных характеристик (направление, ширина в плане, глубина проявления, тектоническая активность и т. п.).

### **Методы и способы геодинамического картирования**

Практикуемая методика инженерно-геологических изысканий непригодна для геодинамического изучения. Применяемый отбор образцов грунтов и пород из редкой сети скважин с последующим лабораторным изучением физико-механических параметров проб дает точечную, весьма ограниченную информацию. Она является совершенно непредставительной, так как при любой нарушенности (разуплотненности) пород в ГДЗ, на изучение из керна скважин отбираются редкие монолиты, которые не могут характеризовать общее физико-механическое состояние дезинтегрированного горного массива. Кроме того, при редкой сети скважин, ГДЗ могут быть не обнаружены вообще. Для обнаружения и трассирования ГДЗ, ширина которых в плане составляет обычно единицы и первые десятки метров, по традиционной методике необходимо бурить большое число скважин и выполнять в них дорогостоящие гидрогеологические и другие опробовательские работы. По экономическим соображениям это практически неосуществимо.

Полевые геофизические методы позволяют без бурения скважин выполнять объемное геодинамическое изучение территорий с любой необходимой детальностью. Стоимость таких работ в десятки раз ниже стоимости традиционных инженерно-геологических изысканий, а информативность и достоверность результатов существенно выше.

Максимальная достоверность и полнота геодинамического изучения обеспечивается использованием всех возможных геофизических и атмогеохимических методов. Однако в каждом конкретном случае существует ряд ограничений применимости тех или иных методов (естественные или индустриальные помехи, технологические затруднения, экономические соображения и т. п.). Это вынуждает использовать рациональный комплекс из ограниченного числа методов при заданной достоверности решений.

За последние годы традиционные геофизические методы дополнились принципиально новыми разработками донецких исследователей, повышающих эффективность геодинамических наблюдений. Одной из таких разработок является азимутальный способ структурно-геодинамического картирования (СГДК-А) реализуемый с помощью специально разработанного полевого прибора «ЭФА» [5]. Способ базируется на использовании установленного неизвестного ранее природного явления — анизотропии электрических свойств покровных и техногенных образований (почвы, глины, пески, асфальт, бетон и т. п.), а также водной среды, в связи с текущими геодинамическими процессами в коренном массиве [6]. Существенным вкладом в развитие геодинамического направления являются также магнитодинамические способы определения напряженного состояния дамб (плотин), техногенно нарушенных зон бортов карьеров [7,8], а также радиометрический способ и устройство исследований геодинамических процессов в приповерхностных слоях Земли [9].

Указанные разработки прошли успешную многолетнюю проверку в различных регионах Украины, странах СНГ и дальнего зарубежья.

К настоящему времени уровень теоретических и аппаратурно-методических разработок позволяет практически для любых условий с помощью только геофизи-

ческих методов успешно выполнять геодинамическое картирование геологической среды [10]. При этом работы выполняются в два этапа.

На первом этапе анализируются данные аэрокосмической съемки (при ее наличии) изучаемой территории, проводится геоморфологический линейный анализ, по результатам которого выполняются целенаправленные геофизические исследования по обнаружению и изучению ГДЗ. При необходимости бурятся единичные заверочные (контрольные) скважины.

На втором этапе разрабатывается карта инженерно-геодинамической зональности, на основе которой выбираются наиболее благоприятные площади под строительство новых объектов, или же разрабатываются максимально эффективные защитные (от геодинамических процессов) мероприятия для функционирующих инженерных объектов.

Практика показывает, что ущерб, наносимый авариями и катастрофами, возникающими по геодинамическим причинам на объектах различного назначения, на много порядков превышает затраты, необходимые для геодинамического картирования территорий расположения объектов и на защитные мероприятия.

Поэтому реализация геодинамической концепции при развитии экономики региона позволит не только обеспечить сохранность природной среды, но и значительно сократить расходы материальных средств при решении производственных и социальных задач.

### **Библиографический список**

1. **Экологические функции литосферы** / В.Т.Трофимов, Д.Г.Зилинг, Т.А.Барабошкина и др.; Под ред. В.Т. Трофимова. — М.: Изд-во МГУ, 2000. — 432 с.
2. **Уломов В.И.** Внимание! Землетрясение! — Ташкент, 1971. — 100 с.
3. **Воевода Б.И., Соболев Е.Г., Русанов А.Н. и др.** Геодинамика и ее экологические проявления // Донецк, Наукові праці Донецького державного технічного університету. Сер. гірничо-геологічна, 2001. — Вип. 23. — С. 3–10.
4. **Кипко Э.Я., Соболев Е.Г., Савченко О.В.** О предотвращении экологического ущерба при мокрой консервации шахт // «Уголь Украины», вып. 10, 1997. — С. 27–31.
5. **Патент № 1821786** на изобретение: Азимутальный способ геоструктурного картирования. Авторы: Е.П.Тахтамиров, В.В.Степанов, В.С.Емец, Б.С.Панов. Комитет Российской Федерации по патентам и товарным знакам. 26.09.1994 г.
6. **Панов Б.С., Тахтамиров Е.П.** Новое в геолого-геофизических исследованиях // Известия высших учебных заведений, геология и разведка. 1993. — № 3. — С. 57–67.
7. **Соболев Е.Г.** Патент Украины №17905А, G01R 33/02, E21C 39/00. Магнитодинамический способ определения изменений напряженного состояния дамб (плотин). (Украина). — № 95052443, Заявл. 22.05.95. Опубл. 03.06.97.
8. **Соболев Е.Г.** Магнитодинамический способ контроля изменений напряженно-деформированной зоны борта карьера / В сб. «Управление геомеханическими процессами на горнодобывающих предприятиях Минчермета СССР». — Белгород, ВИОГЕМ, 1986. — С. 49–54.
9. **Патент на винахід (11) 42050, (51) 7 G01V3/08, G01V5/00.** «Радіометричний спосіб і пристрій реєстрації та дослідження геодинамічних процесів у приповерхневих шарах Землі». Авт.: Є.Г.Соболев, Б.І.Воевода, О.В.Савченко, В.О.Кривенко, Э.А.Мартинов, Э.Г. Басанцев. Державний департамент інтелектуальної власності України (19) (UA). Дата прийняття рішення 15.10.2001 р. Бюл. № 9.
10. **Соболев Е.Г., Воевода Б.И., Савченко О.В. и др.** Комплекс геолого-геофизических исследований при оценке техногенно-экологической безопасности дамб (плотин) водо-, шламо- и хвостохранилищ // Материалы междунауч. научн.-практ. конф. «Кризисный та передкризисовий стан довкілля як результат техногенного впливу на геологічне середовище і геоморфосферу». — Київ, наук.-техн. журнал «Вісник УБЕНТЗ», 1998. — № 4. — С. 41–42.