

УДК 622.831

А.Д. Сашурин

СОВРЕМЕННАЯ ГЕОДИНАМИКА И БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Проведен анализ свойств и процессов в массиве горных пород, являющихся источником класса катастроф на объектах недропользования.

Ключевые слова: недропользование, геодинамические движения, деформация массива горных пород.

Неделя горняка

Современный этап развития человечества характеризуется интенсивным расширением сферы недропользования. В стремлении удовлетворить потребности в полезных ископаемых в горнодобывающих регионах из земных недр извлекаются и перемещаются миллиарды тонн горной массы, на территориях в десятки тысяч квадратных километров ведется добыча газа, нефти. Самые глубокие скважины достигли глубины 12 км, гигантские карьеры превысили глубину 1000 м, подземные рудники — 3500 м. Все это нарушает сложившееся хрупкое равновесие верхней части земной коры.

Одновременно с этим, интенсивная урбанизация территории, освоение подземного пространства, усложнение городских коммуникаций, создание уникальных зданий и сооружений с нахождением в них большого числа людей, развитие магистрального трубопроводного транспорта нефти и газа, строительство скоростных железнодорожных магистралей — вся эта деятельность ведет к обострению взаимодействия техногенных объектов с природной средой и постоянному росту риска возникновения катастроф.

В России, у которой в силу исторически сложившихся условий на

ближайшие несколько десятилетий приоритеты экономики будут связаны с развитием минерально-сырьевого комплекса, интенсивным строительством и другими видами деятельности. В области недропользования, ежегодно возникает около 1000 чрезвычайных ситуаций, вызывающих гибель нескольких тысяч человек и материальный ущерб в пределах 10—15 % валового внутреннего продукта [1]. Среди всех происходящих чрезвычайных ситуаций около двух третей носят техногенный и природно-техногенный характер. За последние пять лет только на шахтах Кузбасса произошло 13 аварий, унесшие жизни 262 шахтеров [2]. Масштабы проблемы станут понятны, если к ним добавить катастрофы на шахтах российского Восточного Донбасса, Воркуты, Урала, а также Украины и Казахстана.

При расследовании причин возникновения катастроф правительственными и ведомственными комиссиями традиционно принимаются во внимание изношенность объектов, низкое качество материалов и изделий, ошибки проектирования и нарушения регламента эксплуатации объекта. Естественно, что они имеют место в этой или иной форме во всех

случаях, и это дает основание оставлять без внимания действительные скрытые, глубинные причины природного характера. Фундаментальными исследованиями Уральской школы геомехаников установлено, что ведущая роль в развитии широкого класса катастроф на объектах недропользования принадлежит современной геодинамической подвижности массива горных пород и его земной поверхности [3, 4].

Экспериментальными исследованиями выявлены два вида современных геодинамических движений — трендовые и циклические. Трендовые движения в виде взаимных подвижек соседних структурных блоков массива горных пород с относительно постоянными скоростью и направлением в течение продолжительного промежутка времени, сопоставимого со сроком службы объекта. Циклические движения носят полигармонический характер и слагаются из многочисленных знакопеременных движений с разными частотами и амплитудами перемещения в циклах.

Совместное воздействие обоих видов геодинамических движений придает массиву горных пород и земной поверхности постоянную подвижность, которая выступает как естественная форма существования геологической среды. Под их воздействием в массиве горных пород, имеющем иерархически блочную структуру, протекает комплекс сложных геомеханических процессов, из которых для безопасности объектов недропользования имеют значение: деструкция, самоорганизация, переход в тиксотропное состояние и концентрация геодинамических движений в граничных зонах структурных блоков. Процессы деструкции и самоорганизации неразрывно взаимосвязаны и

присущи иерархически блочной среде, находящейся в переменном поле напряжений. Экспериментальными исследованиями установлено, что в этих условиях в иерархически блочной среде формируются временно консолидированные объемы, сохраняющие определенное время относительную целостность и свойства сплошной среды. По мере изменения параметров напряженного состояния, эти самоорганизовавшиеся блоки подвергаются деструкции с образованием новых консолидированных блоков. Время существования консолидированных блоков зависит от многих факторов, в том числе от структурных особенностей массива, от параметров напряженного состояния и градиентов их изменчивости. Причем, границы временно консолидированных блоков образуются по структурным нарушениям разных рангов и в отдельных случаях могут возникать за счет разрушения существующих блоков.

Границы временно консолидированных блоков являются зонами концентрации современных геодинамических движений. Уровень трендовых и короткопериодных циклических движений в прилегающих к границам зонах в 2-3 раза превышают величины движений во внутренних областях консолидированных блоков.

Кроме того, технические нарушения, выполняющие роль швов между соседними блоками, всегда имеют определенную толщину (мощность), зависящую, как правило от их ранга. Она может изменяться от нескольких сантиметров до нескольких метров, а у крупных разломов она может достигать десятков и сотен метров. Структура, прочностные и деформационные свойства массива горных пород в тектонических нарушениях резко от-

личаются от пород в блоках. Они, как правило, сильно трещиноваты, часто перетерты до дресвяно-песчано-глинистого состояния, вследствие чего в массиве имеют низкие прочностные и деформационные характеристики, хотя отдельные образцы породы по этим показателям могут немногом отличаться от аналогичных пород в блоках.

В условиях высокой обводненности, характерной для тектонических зон, дезинтегрированные породы с песчано-глинистыми компонентами под воздействием циклических короткопериодных геодинамических движений постоянно пребывают в тиксотропном состоянии, при котором заполнители трещин и вся песчано-глинистая масса теряют сцепление и сдвиговые характеристики.

Таким образом, в реальном массиве горных пород, имеющем иерархически блочную структуру, под воздействием всего спектра современных геодинамических движений происходит процесс самоорганизации временно консолидированных блоков. Границы этих блоков могут включать тектонические нарушения разных рангов и являются зонами концентрации параметров геодинамических движений. Участки границ, попадающие на тектонические нарушения, сложенные дезинтегрированными породами с песчано-глинистым заполнителем, представляют собой зоны с аномально низкими прочностными и деформационными свойствами.

Объекты недропользования, оказавшиеся в этих зонах, подвергаются комплексу нештатных нагрузок, непредусмотренных их конструктивными решениями [3]. Во-первых, это непосредственное воздействие деформаций, вызванных трендовыми и циклическими геодинамическими дви-

жениями. Во-вторых, это усталостные эффекты в конструкциях объекта, вызванные циклическими нагрузками, число которых может составлять около 10000 нагружений в год. И, наконец, третьим фактором является неравномерное деформирование сооружений, оказавшихся частично в зонах с тиксотропными свойствами пород. В реальной действительности возможно самое разнообразное сочетание всех трех факторов, итогом которого может стать катастрофическое разрушение объекта недропользования.

Выявленные свойства и процессы в массиве горных пород являются источником обширного класса катастроф на объектах недропользования. Однако это не означает, что опасные зоны являются полностью непригодными для размещения объектов недропользования. Практика проведения работ по предотвращению и снижению риска катастроф показала, что в настоящее время реально существует два пути решения этой проблемы: выбор места расположения объекта вне опасных зон; учет влияния опасных зон в конструкции сооружений. Имеется и третий путь управления уровнем геодинамических движений, но он пока находится на стадии исследований.

Во всех случаях для обеспечения безопасности объектов недропользования необходимо провести диагностику геодинамической активности участка, предназначенного для их размещения. В задачу диагностики входит изучение структуры массива горных пород, определение параметров геодинамической активности в целом по участку и выявление аномальных зон, соответствующих тектоническим нарушениям на границах временно консолидированных блоков [5, 6].

Таким образом, одним из пространственных источников аварий и катастроф на объектах недропользования являются современные геодинамические движения. Проведение диагностики геодинамической активности осваиваемых и

эксплуатируемых объектов недропользования позволяет оценить опасность современных геодинамических движений и своевременно принять меры по снижению риска и тяжести последствий возникновения катастроф.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад «О состоянии защиты населения территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2002 году / Экологический вестник России, 2003 г. № 6, — С. 19-28, № 7, — С. 20-35, № 8, — С. 21—33, № 9, — С. 27—41.

2. Коршунов Г.И., Шувалов Ю.В., Шик В.М. Системный кризис проблемы управления состоянием массива горных пород на угольных шахтах России / Горное дело. Оборудование. Технологии. Материалы II Уральского горнопромышленного форума. Екатеринбург: компания «Экспоград», 2007. — С. 84—87.

3. Сашурин А.Д. Современная геодинамика и техногенные катастрофы / Геомеханика в горном деле: Доклады международной

конференции. — Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2003. — С. 180—191.

4. Сашурин А.Д. Истоки и пути предотвращения природно-техногенных катастроф в сфере недропользования / Геомеханика в горном деле: Доклады международной конференции. — Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2005. — С. 242—247.

5. Сашурин А.Д. Диагностика геодинамической активности на участке недропользования / ГИАБ, — 2004, -№ 6. -С. 185—187.

6. Сашурин А.Д. Диагностика и мониторинг аварийных участков трассы проектируемых, строящихся и эксплуатируемых нефтегазопроводов / Химическая техника. — 2005, — № 6. — С. 28—31. **ГИАБ**

Коротко об авторе

Сашурин А.Д. — Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург,
e-mail: panzhin@ural.ru web: http://geomech.da.ru



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ ИМ. Г.В. ПЛЕХАНОВА (ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)			
ПОПОВ Михаил Григорьевич	Прогноз устойчивости горизонтальных выработок в зонах ослаблений рудного массива (на примере Яковлевского рудника)	25.00.20	к.т.н.