

Определяем высоту вывала и нагрузку на крепь по первой из рассмотренных выше концепций. По формуле (3) вычисляем $\Lambda=0,115$, по формуле (4) $c_1=c_2=0,156\text{м}$, по формуле (2) $d=2,313\text{м}$, по формуле (1) $\bar{l}=4,688\text{м}$, по формуле (5) $f=1,303\text{м}$, по формуле (6) $q_k=32,58 \text{ кН/м}$. Полученные результаты соответствуют сечению в самой широкой части сопряжения-1–2.

Зоны нарушения сплошности в ряде сечений сопряжения по второй концепции приведены на рис. 2, 3. На рис. 2 показано поперечное сечение сопряжения в сечении 1 – 2, затемнённая область – зона нарушения сплошности. Здесь же даны значения вертикальных границ ЗНС. Нетрудно подсчи-

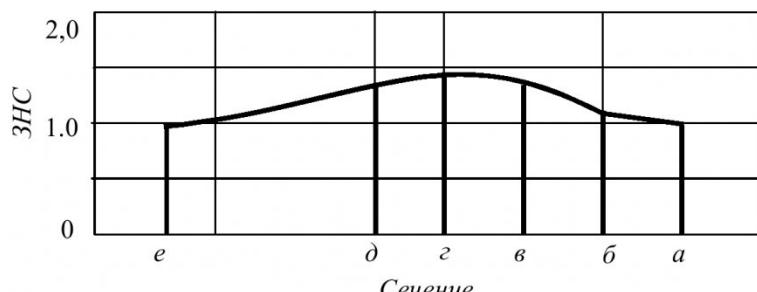


Рис. 4. Вертикальные размеры зоны нарушения сплошности в сечениях а–е

тать максимальный размер ЗНС в своде, который равен $2,415 - 1,5 = 0,915\text{м}$. Т.е максимальный вертикальный размер возможной области разрушения по второй концепции в полтора раза меньше, чем по первой.

На рис. 4 приведён график изменения отношения вертикального размера ЗНС (суммарный размер в своде и почве выработки к высоте выработки в

различных сечениях сопряжения). Из графика следует, что максимальный размер ЗНС приходится на сечение г.

В заключение следует отметить, что вторая концепция применима к расчёту сопряжений как подготовительных, так и капитальных выработок, имеет строгое решение, результаты её наглядны и для прогноза устойчивости предпочтительны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Широков А.П., Писляков Б.Г. Расчет и выбор крепи сопряжений горных выработок. - М.: Недра, 1988.-214 с.
2. Изаксон В.Ю. Методы расчета устойчивости выработок, пройденных комбайнами, в условиях Кузбасса: - Дисс. ... д-ра техн. наук /ИГД СО АН СССР. Новосибирск, 1975. - 361 с.
3. Черданцев Н.В. , Изаксон В.Ю. Устойчивость сопряжения двух горных выработок сводчатой формы . - ФТПРПИ. - 2004. - № 2. - С. 48-51.
4. Лурье А.И. Теория упругости. - М.: Наука, 1970. - 940 с.

□ Авторы статьи:

Черданцев Николай Васильевич - канд. техн. наук, доц. каф. сопротивления материалов	Изаксон Всеволод Юльевич - докт.техн.наук, профессор (Институт угля и углехимии Сибирского отделения РАН)
--	--

УДК 551.24

В.В. Иванов, Н.Ф. Сурунов, А.И. Столярчук

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Определяющими условиями разработки любого месторождения полезных ископаемых являются рентабельность горного предприятия и безопасность работающего персонала. В шахтах и рудниках многих горнопромышленных районов мира происходят динамические явления, сопровождающиеся

внезапными выбросами угля породы и газа, горными ударами и др. Подобные явления наблюдаются также на угольных месторождениях России, в том числе и в Кузбассе.

Для современного горнодобывающего предприятия характерна высокая механизация и концентрация горных работ при

постоянно усложняющихся горно-геологических условиях, способствующих активизации геодинамических процессов. В связи с этим растёт ответственность инженерно-технических работников за правильность и обоснованность, принимаемых технических решений, базирующихся на анализе результа-

тов инженерных и геологических изысканий. Последние при проектировании, строительстве и эксплуатации горных предприятий обеспечивают согласование технически обоснованных и экономически целесообразных решений с условиями местности (геология, тектоника, геоморфология и др.) до начала всех видов строительства.

Ритмичность работы горных предприятий и безопасность работников, эффективное использование современных машин и оборудования во многом зависят от своевременного учёта ряда природных факторов, среди которых блоковое строение территорий занимает важное место [1]. Следовательно, инженеру-проектировщику очень важно обладать информацией о том, где, когда и в каких случаях могут встретиться неблагоприятные условия, которые повлияют на строительство и эксплуатацию горного предприятия, вызовут удорожание его строительства или даже изменение проекта. Поэтому в первую очередь необходима информация о действии природных сил, предотвратить которые нельзя, их можно только учесть. Сведения о характере проявления природных процессов позволяют выработать комплексы мер, которые закладываются в проекты строительства горных предприятий и снижают или исключают возможные отрицательные последствия взаимодействия этих процессов с разного вида инженерной деятельностью (строительство, горные разработки и др.).

Неосвоенные человеком территории месторождений полезных ископаемых находятся в напряжённом состоянии, сформированном под действием природных сил, и имеют отдельные участки концентрации и разгрузки напряжений. В роли концентраторов напряжений в горном массиве выступают тектонически-напряжённые зоны – участки не проявившихся раз-

ломов [2]. Концентрация напряжений отмечается также в зоне разлома. На не подверженных техногенному воздействию территориях разгрузка напряжений происходит в местах образования разлома и там, где были реализованы подвижки блоков по уже сформированному разлому.

Подобное распределение напряжений становится источником нестабильности территории и опасности для ведения горных работ и строительства наземных и подземных сооружений и объектов. Современное поле напряжений проявляется себя во многих аспектах. Результатом неоднородности и динамики полей напряжений выступают землетрясения, разломы и трещины, проявляются многие геоморфологические особенности и другие явления и эффекты. Блоковый характер строения земной коры и движение блоков по разломам имеют большое инженерно-геологическое значение для территорий хозяйственного и промышленного освоения.

Таким образом, резкие и скачкообразные изменения напряжений, вызывающие нарушения равновесия отдельных участков массива пород, приурочены к разломам, которые являются границами блоков. Именно в этих местах на шахтах происходят внезапные выбросы угля, породы и газа, горные удары и другие динамические явления и эффекты, создаются наиболее неблагоприятные условия для ведения горных работ.

Горные работы, связанные с разработкой месторождений полезных ископаемых, выводят из природного, относительно равновесного состояния массива горных пород. На природное поле напряжений накладывается поле напряжений, созданное инженерной деятельностью человека в процессе освоения месторождения. При этом меняется напряжённое состояние

массива и его отдельных участков, происходит перераспределение напряжений, которые «приспособливаются» в новых условиях к особенностям блочного строения территории. Взаимодействие природного и техногенного полей напряжений приводит к возникновению в объёме массива зон повышенных и пониженных напряжений. Их пространственное расположение в массиве зависит от сочетания горно-геологических условий разрабатываемого месторождения с техническими средствами, технологическими схемами и скоростью ведения горных работ.

Освоение угольных месторождений от разведки до начала эксплуатации и отработки усложняется при встрече с разломами. Давно замечено отрицательное влияние разломов на строительство и эксплуатацию горных предприятий. Известно много случаев, когда на пластиах, ранее не опасных по выбросам, при подходе к разломам имели место выбросы значительной интенсивности. При этом происходят остановки горных работ, частичный пересмотр технологической схемы их ведения, корректировка некоторых проектных решений.

На многие области деятельности человека оказывает мощное воздействие существующая расчленённость земной коры на блоки различных масштабных уровней. Это воздействие проявляется в разных формах через механизм участия блоков в геодинамических процессах. Ряд возникающих при освоении недр проблем напрямую связан с тем, что в основу технических и технологических расчётов не была включена информация о блоковом строении территории.

Показанное выше свидетельствует о том, что решение вопросов эффективности и безопасности труда на горном предприятии лежит в плоскости исследований блочной структуры территории. Особенно в час-

ти выявления разломов, расположение которых помогает определить места заложения будущих объектов наземного и подземного строительства, выбрать технологию отработки месторождения и средства выемки полезного ископаемого.

Подготовка к промышленному освоению месторождений начинается с геологической разведки, проведённой в процессе инженерно-геологических изысканий. Её результаты становятся основой для проектирования и строительства горных предприятий и учитываются на всех этапах освоения. Изучение и прогноз тектонической нарушенности месторождений относится к одной из важнейших задач геологической службы.

Проектирующим организациям нормативные документы предписывают располагать сведениями о геологии и тектонике района строительства, которые они получают из имеющихся материалов геологической разведки. Но в инструктивно-нормативных документах для проектирования блоковая структура территории не рассматривается в качестве фактора, отражающего тектонику и её основные элементы. Проектировщики по-прежнему считают, что нет большой необходимости в целенаправленном выявлении разломов и блоков для проектирования. По их мнению, достаточная информация о геологии и тектонике любой территории поступает из инженерно-геологических исследований.

В ходе геологической разведки, проводимой, в основном, методами разведочного бурения, каротажа скважин, полевых геофизических исследований и др. получают сведения о геологическом строении и тектонике месторождения. Важнейшую же информацию о блочной раздробленности территории невозможно получить этими методами.

При отработке угольных месторождений прослеживается

устойчивая связь между тектоническими нарушениями и внезапными выбросами породы, угля и газа, горными ударами, подземными пожарами и др. Известно, что динамические и газодинамические явления на шахтах отмечаются вблизи определённых мест. К ним относятся геологические нарушения, участки резкого и скачкообразного изменения физических свойств горных пород, повышенная трещиноватость и стратиграфическое несогласие геологических отложений, зоны каких-либо аномалий и др., представляющие собой границы блоков. И эпицентры природных землетрясений различных энергетических классов, произошедших в Кузбассе и за его пределами, и максимальное воздействие сейсмических волн на природные объекты и инженерные сооружения также пространственно приурочены к границам элементов блочной структуры региона – разломам.

С целью экономически эффективного и безопасного освоения недр необходимо проводить геодинамическое районирование территорий, природное состояние которых в различной степени изменено инженерной деятельностью человека. На месторождениях, находящихся в стадии разработки, не удается в полной мере использовать результаты и потенциальные возможности геодинамического районирования. Объясняется это тем, что, основные параметры и характеристики функционирования работающего горнодобывающего предприятия уже были определены проектировщиками, не владеющими на тот момент времени информацией о блоковом строении месторождения. На этом этапе результаты геодинамического районирования используются для уточнения проектных разработок перед фронтом горных работ, выявления опасных для эксплуатации участков, разработки рекомендаций по преодо-

лению возникающих осложнений.

Метод геодинамического районирования приносит наибольшую пользу территориям, которые пока ещё не используется человеком, но уже вошли в сферу интересов его практической деятельности. В этом случае имеется возможность учитывать блоковое строение территории на стадии рассмотрения вопросов стратегии и тактики её освоения, в самом начале проектирования предприятий, комплексов, зданий и сооружений различного назначения и др. Применительно к разработке месторождений полезных ископаемых, впрочем, как и в других областях, такой подход, естественно, является самым предпочтительным.

Чаще мы сталкиваемся с тем, что действующее горнодобывающее предприятие построено, к сожалению, без учёта данных геодинамического районирования. Тогда предприятие оказывается без информации о местах расположения опасных для эксплуатации участков. Поскольку заранее не было известно об их наличии и особенностях, то отработка таких участков осуществляется без должного технологического обоснования и технического обеспечения. Поэтому встречи с ними в ходе развития горных работ происходят всегда неожиданно для всех и сопровождаются различными динамическими и газодинамическими явлениями, которые приводят к экономическим потерям, создают угрозу жизни и здоровью людей. Результаты геодинамического районирования, проведенного в этих условиях, могут быть использованы только частично.

Результаты геодинамического районирования наиболее эффективно используются и играют важнейшую роль на стадии проектирования горнодобывающих предприятий. Опираясь на данные геодинамических исследований можно при-

вести проектные решения в полное соответствие с реальным состоянием и свойствами массива горных пород. Подобный подход в освоении месторождений существенно повышает обоснованность и надёжность практических решений, а за счёт этого улучшаются технико-экономические показатели, и повышается безопасность работ. По сути, геодинамическое районирование является основой выбора способа, параметров и технологии разработки полезных ископаемых и строительства подземных и наземных сооружений. Иначе говоря, метод геодинамического районирования поставляет специалистам

разного профиля необходимые для их качественной работы важнейшие исходные сведения, которые другими методами не удаётся получить.

Становятся очевидными важность и необходимость выявления зон, неблагоприятных для размещения и строительства объектов шахтного комплекса и ведения горных работ. Определяются опасные участки работами по геодинамическому районированию территорий, направленными на экономически эффективное и безопасное освоение недр. Разумнее и экономически выгоднее провести геодинамическое районирование территории и получить ха-

рактеристики состояния и свойств массива до выбора площади под строительство шахты и начала добычи полезного ископаемого, чем выявить опасные участки с запозданием на стадии строительства или эксплуатации. Поэтому, будет логичным включение метода геодинамического районирования в разряд обязательных при проведении проектных изысканий, что обеспечит эффективное, грамотное, предсказуемое и безопасное освоение месторождений полезных ископаемых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геодинамическое районирование недр: Методические указания. – Л., ВНИМИ, 1990. – 129 с.
2. Поля напряжений и деформаций в литосфере.– М.: Наука, 1979. 255 с.

Авторы статьи:

Иванов
Вадим Васильевич,
докт.техн.наук, проф.
каф. теоретической и геотехни-
ческой механики

Сурунов
Николай Федорович,
ст. инженер
геологического
музея

Столярчук
Алексей Иванович,
ст. преподаватель
каф. автомобильных дорог