

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕТАЛИЗАЦИЯ

КАК ВОЗМОЖНОСТЬ ИЗБЕЖАТЬ ОСНОВНЫХ ПРОБЛЕМ НА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОТКРЫТЫХ РАБОТ

Владимир Тимошин,
кандидат технических наук;
Анатолий Мавренков,
заслуженный геолог РФ

Ритмичность и безопасность являются главными составляющими экономической эффективности производства горных работ. Практические наблюдения и анализ производства горных работ показывают, что основными факторами, регулирующими ритмичность и безопасность, являются локальные отклонения от заданных параметров по качеству подготовки горной массы, неожиданные изменения параметров расчетной устойчивости горного массива и отдельные участки с процессами эндогенного самовозгорания. Одним из важных факторов экономической эффективности горнодобывающего предприятия является уровень достоверного планирования качества выпускаемой продукции. Все перечисленные факторы обусловлены геологическими особенностями горного массива, и каждый требует отдельного рассмотрения.

Подготовка горной массы

Современная технология подготовки горной массы для экскавации представляет схему расчета с прямой зависимостью от физико-механических свойств горного массива по отношению к величине энергии взрывчатых веществ. При этом прочностные свойства горного массива определяются величиной удельного сопротивления сжатию, мощностью слоя, размерами монолитных блоков и элементами залегания основной нормальносекущей трещиноватостью. В объеме взрываемого блока все эти параметры буровзрывных работ (БВР) на простирании принимаются по многовариантным экспериментам как средние по значению и в практике обуславливают общий неравномерный режим производительности при экскавации. Основная причина значительного снижения производительности является работа по разборке в песчаных породах, на участках блока практически не разрушенных энергией взрыва. При детальном изучении физико-механических свойств песчаников и условий их геологического формирования такие отдельные участки имеют значительное превышение параметров как по физико-механическим свойствам, так и по размерам монолитных блоков, а по условиям геологического формирования соответствуют

локальным зонам объемного сжатия. Экскаваторная разборка таких участков показывает, что энергия взрыва не имеет объемного разрушения, а направлена вертикально по стволу буровзрывной скважины. На этих участках поверхность сформированного откоса не соответствует линейному направлению последнего ряда буровзрывных скважин. На простирании блока отстраивается откос с отдельными выступами в сторону выработанного пространства, уменьшается проектная ширина рабочей площадки для экскаватора. По откосу на границах выступов остаются объемы разуплотненного горного массива в неустойчивом состоянии, способные создавать опасные осыпи и обрушения. По оставленным целикам и негабаритным блокам требуется вторичное взрывание с усложнением технологии вскрышных работ. На таких участках, при наборе горной массы в ковш, экскаватор работает с постоянными превышениями номинальных технологических параметров и значительным снижением производительности.

Для выделения таких локально сложных участков необходима предварительная геологическая документация по обнажению откоса уступа и специальный мониторинг производительности экскавации. Основным параметром производительности является время набора горной массы в ковш экскаватора. При движении горных работ по простиранию блока постоянный учет этого показателя динамики производительности экскаватора четко выделяет границы локально сложных участков. Комплексный анализ, динамика набора ковша и детальное изучение локальных горно-геологических условий позволяют определить эффективные мероприятия для обеспечения ритмичности вскрышных работ.

Надо отметить, что современный период роста прибыли в бизнесе по горной промышленности пока обеспечивается только внедрением высокотехнологичной горнотранспортной техники. В дальнейшей перспективе, при завершении полной технической модернизации, рост экономических показателей может быть продолжен только за счет изучения и детализации геологического строения горного массива.

По результатам нашего изучения реального горного массива, для отработки локально сложных участков можно пока только рекомендовать следующий комплекс мероприятий;

1. Локальное применение высокоэнергетических взрывчатых веществ. Экономическая эффективность просматривается даже при элементарном анализе по техни-

ческому состоянию горнотранспортной техники и ритмичности добычных работ.

2. Планирование конечных границ взрываемого блока по простиранию вне зоны выявленных сложных участков. На это мероприятие практических затрат не существует.

3. Изменение схемы порядного взрывания. Применение порядного взрывания с направлением рядов по простиранию основной нормально секущей трещиноватости. Такая схема снижает возможность появления невзорванных (отказов) скважинных зарядов, а при бестранспортной схеме значительно увеличивает сброс горной массы в выработанное пространство.

Устойчивость бортов и рабочих уступов

Классическое обоснование геомеханических расчетов по устойчивости горных выработок представлено в семидесяти годах прошлого столетия д.т.н. профессором ВНИМИ Г.А.Фисенко и эффективно применяется до настоящего времени. В этой методике расчета устойчивости рабочих уступов и отвалов вскрышных пород учитываются только параметры физико-механических свойств горного массива, такие как объемный вес, удельное сопротивление сжатию, коэффициент сцепления, удельное сопротивление скольжению, элементы систем трещиноватости и другие.

Выполненные СФ ВНИМИ геодинамические расчеты по устойчивости рабочих уступов и отвалов вскрышных пород для Томь-Усинского и Мрасского геологоэкономических районов Кузбасса позволяют, при характерном моноклиналном залегании горных пород, создавать высоту рабочего уступа до 70 метров с углом падения откоса 75-80 градусов. При этом формирование откоса уступов регулируется элементами залегания нормальносекущей системой трещиноватости. При производстве горных работ в крупных флексурных складках, по расчетам с использованием только физико-механических свойств, устойчивая высота рабочего борта может достигать 120 метров с углом падения откоса борта по слоистости 40-55 градусов. Расчетная устойчивая высота бестранспортных отвалов, с подрезкой от почвы под углом 40-55 градусов, составляет до 70 метров. Все расчеты выполнены горным инженером Е.В. Костиным на высоком профессиональном уровне.

Анализ устойчивости бортов, высоких рабочих уступов и отвалов вскрышных пород показывает, что отдельные участки в расчетных зонах устойчивого состояния имеют опасные деформации в виде осыпей отдельных камней и крупных обрушений. Образование осыпей зависит от качества обработки неустойчивых частей откоса и верхней площадки уступа. Интенсивность осыпей и крупных обрушений в основном проявляется в межсезонные периоды, переходы от зимнего периода к летнему и от летнего к зимнему. При детализации геологического разреза в зонах развития интенсивных осыпей и обрушений установлено, что большинство этих опасных деформаций развиваются по откосам рабочих уступов на участках горного массива с локальными объемами упругого сжатия и растяжения. На этих участках в период осадконакопления за счет вертикально инверсионных движений блочного фундамента сформированы локальные энергетические потенциалы

Рис. 1. Схема периодической цикличности тектогенеза при формировании юго-восточной части Кузбасса



статического упругого сжатия. При нарушении горными выработками статического состояния в глубине горного массива за счет разрядки энергетического потенциала на откосах высоких уступов происходят деформации с образованием осыпей, а в основании откосов за счет раздавливания кровли угольного пласта неожиданным обрушением части откоса. При отработке крупных флексур за счет давления из глубинной зоны локального сжатия на плоскости высокого бортового откоса постепенно развиваются участки открытых трещин с опасными осыпями отдельных блоков и начинаются опасные неожиданные обрушения.

Эти геологические процессы в горном массиве имеют плавную геодинамику развития во времени и пространстве, а интенсивность их развития в основном провоцируется

сезонным перераспределением общего тектонического напряженного состояния земли или волновыми колебаниями горного массива при производстве массовых взрывов.

Перечисленные особенности локально тектонических деформаций в горных выработках практически невозможно включить в современные геодинамические расчеты по устойчивости, и это основной фактор, который вызывает у некоторых эксплуатационников незаслуженное критическое отношение к современному высокопрофессионально выполненным геодинамическим расчетам.

Основным мероприятием для предотвращения опасных инцидентов может служить геологическое обследование обнажений откосов рабочих уступов в период эксплуатации с целью выявления возможных локально опасных участков, с включением в паспорт ведения горных работ мероприятий по безопасности.

В практике открытых работ определены только параметры опасной зоны под высоким уступом для осыпей, для неожиданных крупных обрушений границы опасной зоны, к сожалению, не установлены. По нашим наблюдениям, с высокого уступа развал обрушения составляет 15-20 м, а под высоким бортом флексурной складки – до 30 м.

По материалам изучения реального геологического пространства появляется возможность выделить отдельные структурно-тектонические признаки для оперативного определения опасных участков, склонных к неожиданному обрушению. Присутствие в горном массиве даже одного из вышеперечисленных признаков свидетельствует о возможности проявления опасных деформаций на откосе горной выработки:

1. Наличие в породах кровли угольного пласта слоев линзообразной формы с проявлением в угле и в породах кровли кососекущих пересекающихся трещин, формой и строением характерных для зон сжатия-растяжения.
2. Угловое несогласие горизонтальной слоистости в породах кровли и в угольном пласте с дизъюнктивным или пликативным нарушением по угольному пласту, появление песчаных внедрений (инъекций) в угольном пласте, характерный признак геодинамики вертикально инверсионных движений между блоками четвертого порядка.
3. Волнистый контакт по кровле угольного пласта с разрывом верхних пачек угля.
4. Выдвинутые на откосе отдельные слои в сторону выработки и разуплотнение непосредственной кровли угольного пласта.

5. Участки бестранспортного отвала при подрезке основания имеют циркуобразные заколы с отдельными оползнями в сторону выработанного пространства.

Самовозгорание угольной массы в рабочих забоях и на отвалах

На действующих угольных разрезах и шахтах процессы самовозгорания горной массы имеют не случайный характер. Возгорание угольной массы периодически повторяется в рабочих забоях только на определенных участках и с характерным режимом развития этого процесса.

Все участки возгорания соответствуют структурно-тектоническим зонам с образованием глубинных разломов, которые являются проводником движения углеводородных и сероводородных газовых соединений, частично растворенных в трещинных подземных водах.

По результатам дифференциального опробования на этих участках отмечается превышение кларкового содержания так называемых малых элементов, и присутствие минералов тобелита и сванбергита. Тобелит – аммониевая диоктаэдрическая слюда, содержащая фиксированный азот. Присутствие повышенного содержания серы и Тобелита с концентрацией до 30-50% отмечается в породных углистых прослоях и только на участках с возгоранием угольных пластов. При этом на таких участках характерным условием является локально повышенное содержание химически активных элементов в составе соединений азота, фосфора, стронция, бария и других.

Режим возгорания всегда соответствует постепенному развитию химической реакции с выделением тепловой энергии, это реакция соединения углерода, серы, фосфора и азотных соединений. Присутствие этих элементов с повышенной концентрацией отмечается, особенно в почве и в породных прослоях угольного пласта IV-V, и характерно, что процессы возгорания угля отмечены по этому угольному горизонту на нескольких участках разреза «Сибиргинский» и «Междуреченский». В журнале «Mineral Jарап» отмечается, что минерализация сванбергита и тобелита широко распространена в торфяниках и бурых углях.

По современной статистике, в торфяниках и бурых углях очаги самовозгорания наиболее интенсивны и имеют неожиданно широкое распространение.

Развитие очагов возгорания отвальных пород после углеобогащения объясняется концентрацией этих же химических элементов при создании условий интенсивного окислительного процесса.

В настоящее время сложилось ошибочное мнение о постоянстве содержания микроэлементов и минералов в угленосной свите. Детально проведенное дифференциальное опробование угольных пластов на участках Сибиргинского месторождения показало, что значительное количество распространенных малых элементов имеют и промышленное значение, а запасы с высокой локальной концентрацией имеют реальную перспективу отдельного освоения.

Особенность локальной концентрации малых элементов в процессе осадконакопления обуславливает образование локальных очагов самовозгорания на отдельных стратиграфических горизонтах. Предварительное определение таких участков позволяет определить мероприятия для снижения влияния на производственный процесс.

Стратиграфическая схема периодической динамики циклов осадконакопления Кузнецкого угольного бассейна

Серии		Угленосные свиты		Интенсивность углеобразования						
горизонты минеральных отложений	Границы по уг. пластам.	отдельные горизонты органических отложений	Границы, уг. пласты.	1	2	3	4	5	6	7
Тарбаганская (I ₂) уг.			?							
Когалмертовая (T ₁₋₂)		Безугольная.								
Ерунаково-кольчугинская (F ₂₂)	пл.30	Тайлуганская.	24-30							
		Грамотинская.	13-24							
	пл.1	Ленинская.	пл.7-13							
		Ильинская.	пл.1-7							
Кузнецко-казанковомаринская (F ₁₂)		Безугольная								
Верхнебалахонская (P ₁).	пл.1	Уятская.	пл.1-VI							
	пл.XXXV.	Кемеровская.	пл.VI-XXVII							
		Ишновская.	XVII-XXXV							
Промежуточная (C ₂ P ₁)		Безугольная								
Николабалахонская (C ₂).	пл.XL	Алтыковская.	XL-LI							
		Мауровская.	LII-LXV							
	LXIV-?	Острогская.	LXIV-?							
Мозауминская (D ₂ C ₁)		Безугольная								
Зарубинская (D ₂).		Барзасская ?	?							

Примечания: 1. Периодические циклы формирования угленосных серий имеют закономерную диссимметричность, выраженную в интенсивности развития органических отложений угленосных свит.

2. Стратиграфические границы выделены в результате анализа динамики тектогенеза осадконакопления и имеют отличие от границ определенных палеонтологическим методом.