

КОМПЕТЕНТНО

**ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ  
ОСОБЕННОСТИ  
САМОВОЗГОРАНИЯ  
УГОЛЬНЫХ  
ПЛАСТОВ В ШАХТЕ  
И ГАЗОДИНАМИКА  
ВЕНТИЛЯЦИОННОГО  
ПОТОКА  
В ВЫРАБОТАННОМ  
ПРОСТРАНСТВЕ**



**ТРЕБУЕТСЯ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ  
ГЕОЛОГ!**

На угольной шахте условия неожиданной вспышки или взрыва создаются в объеме вентиляционного потока при взрывоопасной концентрации метана с появлением открытого огня. Такая современная концепция по газобезопасности закладывается при производстве горных работ и регулирует при эксплуатации безопасные условия работы в угольных шахтах. При этом совершенствуется методика вентиляционного контроля, модернизируется техническое оснащение, внедряются организационно-технические мероприятия, но периодическая возможность неожиданного взрыва постоянно сохраняется.

Надо отметить, что в современной угольной шахте достаточно надежно обеспечивается технический и технологический уровень сигнализации по газобезопасности, и даже при повышенном содержании метана от установленных нормативов современное техническое оснащение имеет возможность обеспечить надежную безопасность.

Существуют случаи, когда при выполнении горных работ уровень опасности профессиональными шахтерами субъективно оценивается по предыдущей практике «удачных нарушений». При этом возможность нарушать правила безопасности часто авторитарно внедряется в шахтерский коллектив как «допустимая необходимость обеспокоенного риска». При этом все забывают или не знают, что взрыв часто происходит в скрытом выработанном пространстве, где были когда-то ранее изолированы и уже потушены очаги пожара, и такие участки часто полностью или частично выпадают из зоны современного контроля.

Элементарные законы физико-механических процессов свидетельствуют, что давление, разрушение и окисление угольных целиков — это основные условия самовозгорания, которые соответствуют процессу повышения температуры с формированием очага пожара, это неоспоримо и понятно. Но при этом всегда остается вопрос: почему самовозгораются только отдельные локальные участки оставленных целиков?

Для ответа на этот вопрос всегда появляется множество гипотетических вариантов, потому что в реальных условиях самовозгорания по

выработанному пространству уже невозможно определить точное место очага пожара и сделать анализ по минералогическому составу угольной массы. И тогда для обоснования остаются наиболее приемлемые варианты: технологические причины или «человеческий фактор», в результате по следам общего разрушения после взрыва всегда есть возможность подобрать необходимый вариант и обосновать причину.

О причинах возникновения очага пожара в заключениях постоянно прослеживается закономерная повторяющаяся ситуация: с одной стороны, неубедительная техническая или технологическая аргументация возникновения пожара, с другой стороны — полное отсутствие возможности обоснования реальных геологических факторов по условиям формирования очагов самовозгорания. Поэтому каждый раз геологическая детализация горного массива практически не рассматривается, а приводится краткая информация из отчета геологоразведочных работ в общих фразах по разделу «тектоника».

Что представляет раздел «тектоника» в геологоразведочных отчетах? Если проанализировать, то получим только общее представление об элементах залегания отдельных геологических форм и трехмерное распространение их в объеме горного массива. При этом отсутствует главное — это детализация тектогенетических условий формирования геологических форм при осадконакоплении с последующей геодинамикой и не раскрыта возможность формирования локальной концентрации минеральных микроэлементов в угольных пластах.

Не занижая объем инженерных знаний по геологии технологов, маркшейдеров и других специалистов, но, перефразируя старую истину, можно утверждать, что для раскрытия условий структурно-тектонического формирования геологических форм и схем локальной минерализации «профессиональный геолог все же лучше». Тогда возникает вопрос: почему в комиссиях по расследованию пожаров и аварий постоянно не участвуют шахтные геологи?

Получается, только по этой причине формирование очагов пожаров

**В РЕЗУЛЬТАТЕ ДАЖЕ  
ТАКОГО КРАТКОГО  
ИНФОРМАЦИОННОГО  
ОБЗОРА МОЖНО  
СДЕЛАТЬ ВЫВОД,  
ЧТО ОСНОВНОЙ  
ПРИЧИНОЙ ПОЖАРОВ  
И ВЗРЫВОВ НА ШАХТАХ  
ЯВЛЯЕТСЯ ОТСУТСТВИЕ  
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ  
ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫХ  
НОРМАТИВНЫХ  
ТРЕБОВАНИЙ  
К ИЗУЧЕНИЮ  
ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ  
ИНФОРМАЦИИ  
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ  
РАБОТ**

стараятся обосновать однобоко и часто непрофессионально, при этом постоянно принимается одна версия возникновения локального очага пожара и самовозгорания, это механическое раздавливание оставленных проектных угольных целиков с началом активного окислительного процесса.

В таком варианте практически виновные отсутствуют, а для обоснования у главных инженеров проекта всегда есть убедительная аргументация, простая и надежная: применяется по материалам детальных геологоразведочных работ официально утвержденный проект, эта схема часто уже принималась как достоверная причина самовозгорания угля в горной выработке, других достоверных вариантов ученые и исследователи не предлагают.

## КОМПЕТЕНТНО

На таком общем фоне современного рынка, понимая странное отсутствие интереса к угольной геологии, все же попробуем раскрыть в отдельных деталях геологические условия самовозгорания и проанализировать полученные практические наблюдения, полученные при изучении реального горного массива.

Для начала рассмотрим существующую современную методику ликвидации очагов самовозгорания азотным газом, при этом оценим геодинамические процессы локального сжатия-растяжения, влияющие на уровень проницаемости в трещиноватой среде, и определимся с условиями формирования возможной локальной минерализации в угольных пластах, способной при окислении вызвать очаг химического самовозгорания.

Надо отметить, что вариант закачки азотного газа в очаг пожара в практике применения доказывает достаточную эффективность, при этом вентиляционный газовый контроль в шахте почти всегда подтверждает полное отсутствие поступлений продуктов горения.

В результате на всех уровнях инженерной мысли принимается и утверждается, что в изолированном пространстве азотный газ полностью и навсегда вытеснил кислород и развитие очага пожара от самовозгорания в дальнейшем полностью ликвидирован. Далее остается только определить, когда в очаге пожара снизится температура горного массива, и тогда уже можно продолжить эксплуатационные горные работы. Но, с точки зрения геологии, такой вариант необходимо считать ошибочным и опасным.

Попробуем сделать краткое геологическое обоснование. Первое определим, может ли в эксплуатационных выработках быть выполнена отдельными перемычками полная изоляция очага пожара, и второе: какая при этом есть реальная возможность дальнейшего развития процесса самовозгорания.

Чтобы ответить на вопрос о возможности сохранения постоянной концентрации азота в изолированном очаге потушенного пожара, рассмотрим детально и структурно тектоническое строение с учетом

формирования сложной системы локальных зон сжатия-растяжения при пликвативных деформациях горного массива.

Зоны «сжатие-растяжение» в реальности представлены как локальные объемы горного массива, сформированные и расположенные в складчатых тектонических формах, с закрытыми трещинами при сжатии и открытыми при растяжении. В общем представлении это основной фактор условий проницаемости по горному массиву до начала эксплуатационных работ. Кроме того, надо отметить, что в ходе эксплуатации дополнительным фактором для раскрытия и увеличения проницаемости систем трещиноватости являются локальные деформационные разуплотнения горного массива после выемки угольного пласта.

Учитывая горно-геологические условия, получается, что даже локально изолированное перемычками пространство очага пожара в зонах растяжения по каналам открытых трещин имеет реальную возможность сообщения с эксплуатационным вентиляционным потоком шахты, и при этом локальные зоны растяжения могут иметь даже выход на дневную поверхность.

При последнем варианте автоматическая система газового контроля практически теряет возможность определять в ранее отработанном пространстве концентрацию продуктов горения и опасные скопления углеводородных газов, здесь необходимо предусматривать специальные мероприятия, которые при отсутствии геологического обоснования пока не применяются в существующей системе безопасности.

Получается, что изоляция пожара перемычками и закачка инертного газа только временно снижает активное окисление. При этом в трехмерном объеме трещиноватой среды не может быть обеспечена изоляция от влияния вентиляционного потока.

В изолированном выработанном пространстве по зоне растяжения происходит постепенное вытеснение вентиляционным потоком инертного азота, создаются реальные условия для вторичного окисления очага пожара с возможностью последующего взрыва.

В сложной геодинамической схеме своего развития зоны растяжения часто имеют выход на дневную поверхность, это визуально наблюдалось на действующих шахтах. Например, на поверхности шахты «Усинская» и особенно по шахте «Томская» из районов изолированных очагов пожара, при этом шахтная система вентиляционного контроля регистрировала в эксплуатационных выработках только кратковременное и незначительное появление продуктов горения с отдельными вспышками и взрывами метана.

Аналогичные выводы можно сделать по уже прошедшим взрывам и инцидентам на шахтах им. Шевякова, «Распадская», «Ольжерасская-Новая», «Сибиргинская», такая схема наиболее вероятна для взрывов на шахте «Алардинская» и на ряде других шахт в Кузбассе.

Наибольшую опасность для неожиданного взрыва представляют очаги самовозгорания в зоне влияния неотектонических разломов, здесь по трещиноватой среде постоянно существует локальный выход проницаемой зоны на дневную поверхность. В весенний и осенний периоды года наблюдаются сезонные выбросы глубинных метановых газов, гелия, водорода по основным нетектоническим разломам и апофизным линеаментам, сероводорода и других газов, при этом проницаемость разломов и линеаментов с разными элементами залегания изменяется в зависимости от сезона.

Особенности процесса самовозгорания изучены на участках периодических пожаров по открытым работам, и в основном на разрезе «Сибиргинский», так как в подземных выработках эти наблюдения практически не выполняемы, но при этом горно-геологические особенности инцидентов и аварий в подземных выработках полностью соответствуют режиму самовозгорания на открытых работах.

По результатам дифференциального в открытых горных выработках опробования установлена повышенная минерализация малых элементов или микроэлементов с содержанием серных и фосфорных соединений в минералах тобелит и сванбергит. Тобелит — это аммониевая диоктаэдрическая слюда,



содержащая фиксированный азот, имеет повышенное содержание серных и азотных соединений с концентрацией до 30-50%, это выявлено в породных углистых прослоях на участках, на которых после вскрышных работ периодически возникают очаги самовозгорания. В составе минералов сванбергит и тобелит выявлено парагенетическое присутствие химически активных фосфора, стронция, бария и других микроэлементов.

При обобщении полученной информации появляется возможность сделать основные выводы по тектогенетическим условиям самовозгорания:

■ Закономерное развитие локальных очагов самовозгорания наблюдается по интервалу формирования волновой структуры осадконакопления в цикле осадконакопления угленосной свиты на участках локального внедрения песчаных пород в угольные пласты.

■ Периодическое развитие очагов самовозгорания характерно для участков в основной неотектонической разломной зоне и по апофизным линейкам за границами основного разлома.

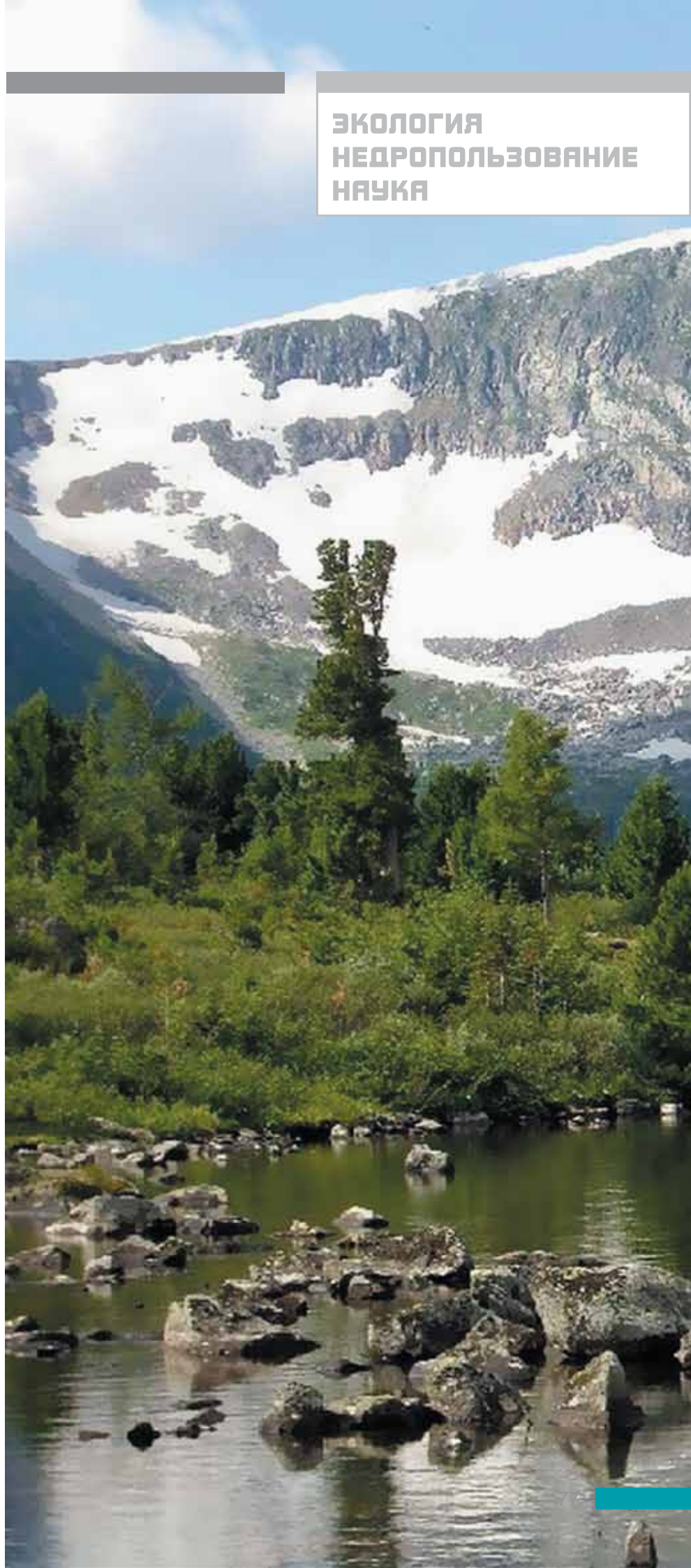
■ Концентрация микроэлементов отмечается в породных прослоях и угольных пластах у почвы угольного пласта и часто в непосредственной алевролитовой почве с минимальным содержанием углистого вещества.

■ В породных отвалах при интенсивном окислении процесс самовозгорания развивается по слабо углистым песчаникам, перемещенным с горизонта инъективного внедрения в угольный пласт.

■ Горизонты развития внедрения песчаных пород в угольный пласт и по вмещающим породам с локальной минерализацией могут быть выделены в геологическом разрезе при интерпретации каротажных диаграмм ГК и ГГК.

■ По объему информации, полученной при съемке реального геологического пространства, определены основные элементы трехмерного распространения песчаных внедрений и горизонты развития очагов самовозгорания.

■ Геологической службой разреза «Сибиргинский» выполнен элемен-



## СУЩЕСТВУЮТ СЛУЧАИ, КОГДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ ШАХТЕРАМИ СУБЪЕКТИВНО ОЦЕНИВАЕТСЯ ПО ПРЕДЫДУЩЕЙ ПРАКТИКЕ «УДАЧНЫХ НАРУШЕНИЙ»

тарный практический эксперимент: из зоны локальной минерализации отдельная горная масса на полигоне искусственно обогащена селитрой, в результате реакция самовозгорания развивалась значительно активнее. Таким образом, экспериментально установлено закономерное изменение режима самовозгорания при искусственном обогащении азотом.

■ После тушения пожара азотным газом локально изолированное пространство очага пожара по каналам открытых трещин имеет реальную возможность сообщения с эксплуатационным вентиляционным потоком шахты, который провоцирует возобновление процесса самовозгорания. При этом наиболее опасный вариант неожиданного взрыва — когда локально проницаемые зоны растяжения имеют выход на дневную поверхность.

■ Полученные основные геологические закономерности позволяют до начала развития эксплуатационных работ на основе информационного объема геологоразведочных работ выполнить достоверный предварительный прогноз границ участков самовозгорания и определить мероприятия для безопасного ведения горных работ.

В результате даже такого краткого информационного обзора можно сделать вывод, что основной причиной пожаров и взрывов на шахтах является отсутствие при проектировании

целенаправленных нормативных требований к изучению геологической информации геологоразведочных работ.

К сожалению, в таком состоянии находятся все без исключения проектируемые и действующие угольные предприятия Кузбасса, и не надо искать «стрелочников»-эксплуатационников.

Вот простая ситуация при аварии на шахте. Причиной трагедии 26.03.2013 г. на шахте «Осинниковская» является весьма распространенная ошибка, заложенная во всех эксплуатационных проектах, для которых не изучены и не выделены по горному массиву границы локальных зон напряженного состояния. К сожалению, такого нормативного регламента для проектирования угольных шахт до сих пор не существует.

В данном случае существование в шахте горизонта затопления свидетельствует о ранее сформированном очаге самовозгорания и затопленном, очаг самовозгорания по структурно-тектонической схеме всегда расположен в зоне локального растяжения. Надо отметить, что в такой зоне реально существует повышенная проницаемость газов и подземных трещинных вод и часто тушение азотом не дает полного эффекта.

Что такое неожиданное разрушение целика? Даже без подтопления в зонах растяжения уровень устойчивости горных пород в целике значительно ниже, чем в зонах сжатия, при этом по открытым системам трещиноватости значительно снижается коэффициент сцепления, а фактор обводненности существенно снижает прочностные свойства горных пород.

Надо полагать, что все попытки найти ошибку в современных проектных расчетах по устойчивости целика будут безуспешными, так как они выполнены стандартно по результатам определения физико-механических свойств в сухом образце и без учета локального напряженного состояния горного массива.

Надо признать, что современные научно-исследовательские работы и публикации по газобезопасности и геодинамике представляют вялотекущие призывные лозунги, которые исторически существуют с появлением первых проблем по метаноопасности. Нельзя утверждать, что современные российские собственники горного производства нереально оценивают положение дел, но при этом в современных условиях считают лишними затраты на детальное изучение геологического строения. В настоящее время при минимальном внедрении высокотехнологичной механизации по оценке роста прибыли бизнес выгоден, а при неустойчивой экономической политике собственникам остается только ускоренно концентрировать накопление собственного капитала, при этом для детального изучения геологии остается далекая перспектива.

Научно-исследовательские институты целенаправленно не финансируют исследования геодинамики и газобезопасности с детальным изучением геологии, кроме того, в настоящее время они и не готовы это делать из-за отсутствия профессиональных геологов по угольным месторождениям.

Анатолий МАВРЕНКОВ,  
заслуженный геолог РФ

## ВЫВОДЫ:

**1. Независимо от положения изоляционных перемычек в отработанном пространстве на угольных шахтах присутствует реальная возможность движения вентиляционного потока по трещиноватой среде, которое обеспечивает вторичное окисление очага пожара и возобновление процесса самовозгорания.**

**2. Для геологического прогноза локальных участков самовозгорания необходимо выполнять детальное геологическое изучение тектогенетических процессов в горном массиве.**

**3. Основным фактором неожиданного пожара и взрыва в угольной шахте является отсутствие профессионального геологического изучения тектогенетических процессов в горном массиве.**