

11. Георгиевская Е.В. Энергетический подход к оценке динамических напряжений в гидротурбинах // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. 2017. № 4. С. 88-97.

УДК 622.85:622.271.45

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ПОЖАРОВ НА РОССИЙСКИХ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ С УЧЕТОМ ОПЫТА АВСТРАЛИИ

Зеньков И.В.

Институт вычислительных технологий СО РАН, Красноярский филиал, г. Красноярск

На территории России открытым способом разрабатываются многочисленные бурогольные месторождения, являющиеся сырьевой базой топливно-энергетического комплекса. Качественные показатели угольных залежей (марка угля, влажность, содержание серы) эксплуатируемых месторождений весьма изменчивы. Практически все разрабатываемые угольные пласты в той или иной степени, проявляют склонность к самовозгоранию при их вскрытии. Последнее обстоятельство связано, с одной стороны, с обеспечением доступа кислорода к угольным пластам в результате их вскрытия, а с другой – наличием в угольной массе такого химического элемента, как сера. В результате всестороннего анализа возникающих пожаров угля установлено, что скорость возгорания вскрытых участков угольных пластов зависит от процентного содержания в них серы. В процессе ведения открытых горных работ, на угольных разрезах, так или иначе, возникают техногенные пожары, как это было на разрезе «Уртуйский» в Бурятии в 2012 году. Его причиной явился комплекс факторов – природного происхождения (наличие определенного процента серы) и техногенного происхождения, связанных с необходимостью добычи определенного количества угольной массы. Эта проблема весьма актуальна на месторождениях с калорийными углями, имеющими повышенное содержание серы.

Экологический ущерб от самовозгорания угольных пластов весьма очевиден, поддается учету методом прямого подсчета и зависит прямо пропорционально от площади возгорания угольного пласта. Ущерб, наносимый окружающей среде, заключается в гигантских выбросах в атмосферу вредных и ядовитых веществ, образующихся при горении угольных пластов. Методические положения по определению этого вида ущерба основаны на следующих предпосылках. Производственная мощность угольного разреза зависит от количества горно-добывающей техники (экскаваторов), одновременно установленной в добычных забоях и ее производительности. При равной производственной мощности угольного разреза, но при разной мощности угольных пластов и наличии тенденции к уменьшению последних, количество забоев будет увеличиваться. Последнее обстоятельство влечет за собой увеличение площади обнажаемых угольных пластов, склонных к самовозгоранию. В этой связи возникает вопрос: как развивать горные работы, чтобы вскрытые угольные залежи не самовозгорелись до момента их отработки? Решить эту проблему позволяет скорректированная организация производства открытых горных работ, прямо и косвенно влияющая на возникновение пожаров на угольных пластах.

В горном деле, и в частности в области открытой угледобычи существует система категорий разрабатываемых запасов полезных ископаемых. «Вскрытые запасы», объем которых задан нормативной величиной, характеризуются созданием фронта гор-

ных работ и транспортного доступа к добычным забоям. На этом этапе на кровле угольного пласта находится необрушенная толща вскрышных пород определенной толщины до 1 м, предохраняющая угольные пласты от произвольного самовозгорания. Эта категория запасов характеризуется также определенными пространственно-геометрическими размерами. Объем этих запасов создается из условия бесперебойной работы добычного оборудования за трехмесячный период времени.

По мере развития горных работ на месторождении, толща пустых пород, находящаяся на кровле угольного пласта тщательно зачищается бульдозерами. Вскрытые запасы переходят в категорию «готовые к выемке запасы». В момент перехода запасов из одной категории в другую, начинается процесс горения кровли угольного пласта. Естественным возникает вопрос: какой оптимальный объем угольного пласта необходимо переводить в категорию «готовые к выемке запасы», как быстро это делать, чтобы вскрытая кровля не успела загореться? Все вышесказанное послужило поводом для разработки практических рекомендаций по обоснованию скорректированных нормативных объемов запасов угля, составляющих категорию «готовые к выемке запасы».

Практическое использование рекомендаций по ведению горных работ повлекло за собой вложение определенных финансовых затрат, направленных на приобретение дополнительного горного оборудования, занятого на зачистке кровли угольного пласта и выплату заработной платы персоналу, обслуживающего это горное оборудование. График производства горных работ получил более жесткую зависимость, ввиду того, что объем готовых к выемке запасов сократился. Сравнение затрат, направляемых ранее на ликвидацию последствий от пожаров, с затратами на корректировку организации горных работ, показало эффективность последних.

Дополнительные затраты на корректировку организации горных работ, не предусмотренные основным проектом на разработку открытым способом месторождений углей, склонных к самовозгоранию, эффективны по двум основным причинам:

- уменьшаются потери угольной массы от предотвращения ее самопроизвольного горения;
- сокращение горящих площадей угольного массива ведет к уменьшению выбросов в атмосферу Земли ядовитых горючих веществ, что также влечет за собой уменьшение размеров экологических штрафов.

В этой связи обратимся к опыту предотвращения пожаров на угольных разрезах Австралии, которая к настоящему времени уверенно занимает одно из лидирующих позиций в мире по добыче угля открытым способом. Вместе с тем как показал австралийский опыт, большие площади вскрытого угля являются реальной угрозой возникновения масштабных пожаров на угольных разрезах, при возникновении которых происходит гибель людей, уничтожение горнотранспортного оборудования, а также сокращение вскрытых запасов угля, подготовленного к выемке. На территории Австралии все угольные разрезы можно условно разделить на две группы – разрезы, обрабатывающие мощные (до 80 м) пласты бурого энергетического угля на юго-востоке материка в штате Виктория; разрезы, работающие на горизонтальных или слабонаклонных пластах вдоль восточного побережья в штатах Квинсленд и Новый Южный Уэльс. Некоторые разрезы из последней группы находятся в долинах рек Макензи и Досон.

На разрезах, входящих в первую группу угольные пласты разрабатывают 3-4 уступами с применением роторных экскаваторов большой единичной мощности и транспортировкой угля по забойным конвейерам. При этом площадь вскрытого угля может достигать 180 га и более (разрез «Тралалгон Восток»). На этом разрезе реализовано надежное решение, позволяющее на всем пути угля из забоя до котлов тепловых станций резко снизить риск его возгорания. Вдоль всех забойных конвейеров проложены трубы, в которые под давлением подается вода. Через вращающиеся сопла происхо-

дит орошение поверхности угольного пласта и всего того, что находится на его поверхности (на рис. 1 в центре).

Площадь орошения пласта с одной трубы составляет 15 га. Это достигается за счет расположения сопел через 45-50 м. Давление воды в трубе обеспечивает дальность разлета водяной струи не менее 50 м. В полосе орошения находится угольный конвейер. Период интенсивного полива пластов – с декабря по май.



Рис. 1. Орошение поверхности угольного пласта на разрезе «Траллгон Восток»

Угольные пласты горизонтального и наклонного залегания мощностью до 25 м разрабатывают блоками протяженностью 1,1-1,8 км каждый. На самом протяженном разрезе в мире «Моранба» длиной 50 км фронт горных работ разбит на 34 блока. Организация горных работ предусматривает разработку вскрытого пласта не на всем его протяжении. Часть блоков с горно-геологическими характеристиками, обеспечивающими наилучшие технико-экономические показатели разреза, находится в разработке, а другая часть – в затопленном состоянии во избежание возникновения возгорания угольного пласта. В ситуации, когда в разрабатываемых блоках происходит ухудшение горно-геологических характеристик пластов, из блоков, находящихся в затопленном состоянии, откачивается вода с переливом в блоки, в которых накануне производилась добыча угля. Такой порядок отработки карьерных полей является типичным для угольных разрезов Австралии. На рис. 2 показан разрез «Кианга» протяженностью 25 км, где часть блоков разрабатывается, а часть находится в затопленном состоянии.



Рис. 2. Угольный разрез «Кианга» на снимке из космоса

Только в одном блоке протяженностью 1,5 км, площадь откоса угольного уступа и основания отработанного пласта может достигать 150000 м^2 . На разрезе «Кианга» восемь блоков общей протяженностью 13 км являются рабочими, а 21 блок длиной в диапазоне 380-1100 м, находится в затопленном состоянии. По нашей оценке объем воды в техногенных водоемах составляет не менее 18 млн. м^3 . Время на перемещение воды между блоками зависит от количества и производительности насосов.

В заключении отметим экономическую целесообразность внедрения подобных мероприятий по снижению риска возгорания угольных пластов в угледобывающем секторе Австралии, что может быть рекомендовано для российских угольных разрезов, где были случаи масштабного горения угольных пластов (разрез «Уртуйский», Бурятия, 2012 г.).

Литература

1. Google Earth Pro. Режим доступа URL : <https://Google Earth Pro>.

УДК 539.4

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ СКВОЗНОЙ ТРЕЩИНЫ В СВАРНОМ ШВЕ СОЕДИНИТЕЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА

Казанцев А.Г., Петров О.М., Кахадзе М.Ж., Мазепа А.Г., Соин К.А.
АО «НПО «ЦНИИТМАШ», г. Москва

Использование концепции «течь перед разрушением» (ТПР) при проведении расчетов на прочность позволяет повысить эксплуатационную безопасность АЭС путем обоснования отсутствия опасности внезапного разрыва трубопроводов, исключить из рассмотрения последствия локальных динамических воздействий на опоры и окружающие строительные конструкции, оборудование и трубопроводы, а также отказаться от защитных систем, предназначенных для противодействия последствиям разрывов.

При обосновании применимости концепции ТПР определяется раскрытие трещин, по которому оценивается площадь канала и утечка теплоносителя, а также проверяется стабильность трещин при действии максимальных расчетных нагрузок [1].

В [1] отсутствует методика учета влияния на раскрытие трещины остаточных сварочных напряжений (ОН). Для оценки этого влияния были проведены расчеты с моделированием процесса сварки и оценкой остаточных сварочных напряжений и перемещений. Расчеты выполнены применительно к кольцевому монтажному шву соединительного трубопровода ДУ350 с толщиной стенки 40мм (сталь 08X18H10T) (рис.1).

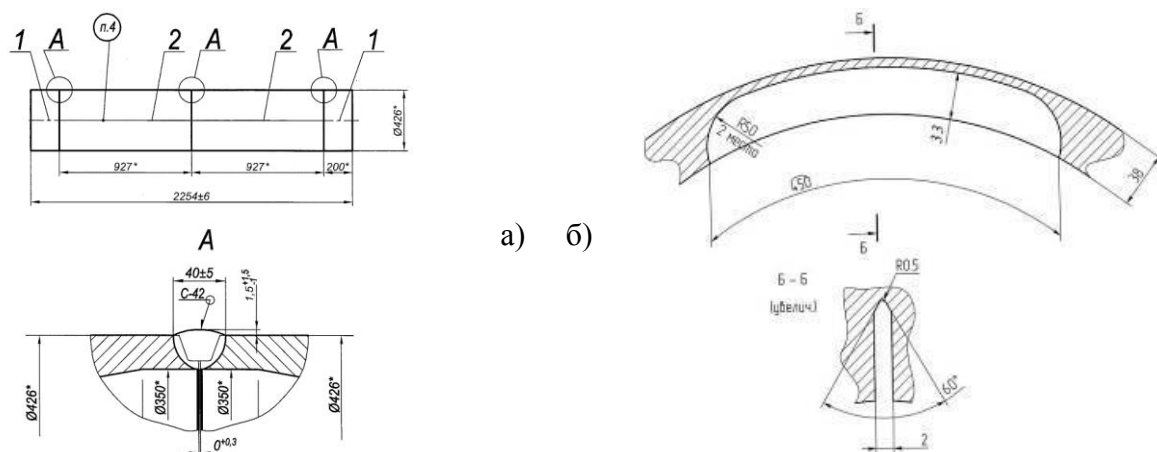


Рис. 1: а) Чертеж модели прямолинейного участка трубы со сварными швами;
б) размеры кольцевого дефекта в сварном шве