3. Отложив вычисленные расстояния $l_{\text{I-K1}}$, $l_{\text{IV-KIV}}$ прочерчивают границы влияния очистной выработки на земную поверхность (границу мульды) на участке I-IV (рис. 1).

Литература
1. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. – М.: Недра, 1981. – 288 с.
2. Правила підробки будівель, споруд і природних об′єктів при видобуванні вугілля підземним способом: ГСТУ 101.00159226.001 – 2003. – Введ. 01.01.2004. – К., 2004. – 128 с.
3. Маркшейдерское дело: Учеб. для вузов. – В двух частях / Под ред. И.Н. Ушакова. – 3-е изд., перераб. и доп. Часть 2. – М.: Недра, 1989. – 437 с.

УДК [658.562:662.66]:006.83

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УГЛЯ НА ШАХТЕ

Ниязбекова Р.К., Жарылгасова Л.А., Абиров А.А.
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

Рассмотрены вопросы совершенствования технического контроля качества угля на шахте. Использовалась методология FMEA и по итогам анализа были выявлены наиболее важные несоответствия. Для устранения одного из несоответствий рекомендуется определять плавкость золы в углехимической лаборатории шахты по стандартному методу.

Одной из основных задач системы менеджмента качества является обеспечение выявления потенциальных несоответствий (дефектов) и предотвращение их появления на всех стадиях жизненного цикла продукции [1]. Важнейшим методом решения этой задачи является анализ видов и последствий потенциальных несоответствий (FMEA). Методология FMEA позволяет оценить риски и возможный ущерб, вызванный потенциальными несоответствиями конструкции и технологических процессов на самой ранней стадии жизненного цикла продукции.

Данный метод может быть с успехом использоваться в сфере угольной промышленности, а именно в процессе технического контроля качества угля. FMEA-анализ позволяет: систематически выявлять все вероятные несоответствия; оценивать их последствия для потребителя; определять возможные причины несоответствий; проводить контроль процесса с точки зрения выявления и предупреждения несоответствий; оценивать вероятность появления, воздействия на потребителя и возможность обнаружения несоответствия, на основе чего определяется приоритетное число риска; назначить сроки мероприятий по устранению и предупреждению несоответствий и ответственные лица за их выполнение; оценивать вероят-

ность появления, воздействия на потребителя и возможность обнаружения несоответствий с учетом вновь разработанных мероприятий [2].

Рассматривается применение этого метода для усовершенствования технического контроля качества угля на шахте им. И.А.Костенко – крупнейшем угледобывающем предприятии угольного департамента компании АО «АрселорМиттал Темиртау».

На первом этапе были выявлены:

- потенциальные несоответствия технического контроля;
- потенциальные причины несоответствий. Для их выявления были использованы диаграммы Исикавы, которые строились для каждого вида потенциального несоответствия;
- потенциальные последствия несоответствий для потребителей и организации. Были выявлено, что грозит организации, если не предпринимать никаких действий по устранению потенциальных несоответствий;
- возможности контроля возникновения несоответствий.

На втором этапе проводился экспертный анализ определенных на первом этапе параметров. Определили такие параметры, как:

- параметр тяжести последствий для потребителя S. Это экспертная оценка, проставляемая по десятибалльной шкале. Наивысший балл достигается в тех случаях, в которых последствия несоответствия влекут юридическую ответственность;
- параметр частоты возникновения несоответствий O. Это также экспертная оценка, проставляемая по десятибалльной шкале. Наивысший балл достигается в том случае, когда оценка частоты возникновения несоответствия составляет 25% и выше;
- параметр вероятности не обнаружения несоответствия D. Как и предыдущие параметры, является десятибалльной экспертной оценкой, соответствующей наличию скрытых несоответствий, которые не могут быть выявлены до наступления последствий;
- параметр риска RPN. Определяется как произведение S.O.D. Несоответствия с наибольшим параметром риска подлежат устранению в первую очередь.

На третьем этапе результаты анализа заносятся в матрицу FMEA-анализа. В результате анализа матрицы FMEA-анализа были выявлены потенциальные несоответствия:

- несоответствие значений показателей качества истинному (так как партия отправляется по результатам прошлой партии, а они не всегда совпадают);
- нарушение максимальных сроков по определению параметров качества угля (так как центральная лаборатория находится в дали от шахты, не представляется возможной отправка проб непосредственно после отбора, таким образом, с начала отбора проб до момента получения результата уходит целые сутки);

- использование неактуализованной нормативно-технической документации;
- не определяются все параметры качества угля (в лаборатории не определяется плавкость золы, который очень необходим для эффективного сжигания топлива).

Таблица 1 - Матрица FMEA-анализа технического контроля качества угля

Вид потенциального отказа	Потенциальные последствия отказа	Потенциальные причины отказа	S	O	D	RPN	Мероприятия по улучшению
Несоответствие значений показателей качества истинному	брак продукции, штрафные санкции со стороны потребителей	партия отправляется по результатам прошлой партии; задержки результатов анализов	8	5	3	120	Внедрение оперативного контроля качества угля (зольность, влажность, плотность)
Нарушение максимальных сроков по определению параметров качества угля	простой состава, остановка отправки топлива потребите-лям	центральная лаборатория находится в дали от шахты	7	6	2	84	Отправка проб после каждого, внедрение методов оперативного контроля
Не определяются все параметры качества угля (плавкость золы)	расходы на оплату испытании по определению плавкости золы в другой компетентной лаборатории, неправильный выбор сжигания топлива	нет соответствующих нормативно-технических документации, оборудования	6	3	4	72	Определение плавкости золы по стандарту СТ РК ИСО 540 – 2011; приобретение оборудования, обучение персонала лаборатории

Для всех причин, имеющих значение ПЧР ≥ ПЧРгр, должны быть разработаны рекомендации, направленные на снижение риска до приемлемого уровня. Учитывая, что ПЧРгр = 100 для усовершенствования технического контроля на шахте им. И.А.Костенко необходимо внедрение оперативного контроля качества угля, это полностью исключит возможность задержки результатов анализов. Рекомендуется сформулировать конкретные меры устранения выявленных потенциальных несоответствий и/или их причин, направленные на снижение показателей O, D и, соответственно, ПЧР; предварительно по каждой причине проводить анализы и оценки возникновения и обнаружения и рассчитывать планируемое значение ПЧР; разработать рекомендации с указанием ответственных за исполнение и сроков.

В углехимической лаборатории шахты определяются такие показатели качества угля как: теплота сгорания, влажность, зольность, наличие летучих веществ и серы, спекаемость, механическая прочность и размеры кусков. Так как плавкость золы имеет большое значение для экономичного сжигания угля, представляется необходимым определение плавкости золы в лаборатории шахты. Например, в металлургическом комбинате, где также используется уголь этой шахты, жидкий шлак заливает колосники и тем самым затрудняет или вовсе прекращает доступ воздуха в слой топлива, что ухудшает или приостанавливает процесс горения. Плавкость золы вызывает также опасность налипания выносимых из топки мелких размягченных или расплавленных частиц ее на относительно холодных трубах поверхности нагрева котла. Это явление приводит к шлакованию поверхностей нагрева, ухудшающему теплообмен и условия движения газов, что вызывает в крайних случаях остановку котлоагрегата. По плавкости золы позразделяются на легкоплавкие (менее 1200 ºС), среднеплавкие (1200-1350 ºС), тугоплавкие (1350-1500 ºС), и неплавкие (более 1500 ºС). Химические состав золы при сгорании углей, горючих сланцев и торфа (SiO_2 10-65 %, Al_2O_3 10-40 %, CaO 0,5-45 %, MgO 0,2-6 %, Na_2O 1-10%, K_2O 1,5-3 %) зависит от условий образования данного топлива, технологии его сжигания и других факторов.

Для проведения испытания по определению плавкости золы в центральной углехимической лаборатории рекомендуется применять СТ РК ИСО 540 – 2011 «Антрацит и кокс. Определение плавкости золы» [3]. По результатам сравнительных анализов было выявлено, что стандарт ГОСТ 2057-94 не полностью соответствует международным требованиям в отличие от стандарта СТ РК ИСО 540 – 2011, который идентичен международному стандарту ISO 540:2008 Hard coal and coke. Determination of ash fusibility (Антрацит и кокс. Определение плавкости золы) [4, 5]. Проведение испытаний с применением этого стандарта позволит обеспечить каче-

ство испытаний по определению температуры плавкости угольной золы и золы кокса в лаборатории, выбрать эффективный и безопасный способ сжигания топлива, создать условия для продвижения карагандинского угля на международные рынки. В стандарте приводится порядок проведения испытания, необходимые аппаратуры и реактивы, содержатся требования к условию испытаний, испытательному оборудованию, к калибровке средств испытаний, отбору и приготовлению образцов для испытания, протоколу испытаний, дается характеристика точности метода. Суть метода испытания в нагревании испытательного образца при стандартных условиях и под непрерывным наблюдением. Регистрируют температуры, при которых происходят характерные изменения формы: температура деформации, температура образования сферы, температура образования полусферы, температура растекания. Плавкостные характеристики золы зависят также от состава среды. Определение плавкости проводится в восстановительной атмосфере, дополнительную информацию можно получить, проводя последующее определение плавкости в окислительной атмосфере. Общеизвестно, что в восстановительной среде температуры плавления золы обычно ниже, чем в окислительной.

Для проведения испытания по определению плавкости золы необходимо оснащение лаборатории печью с электрическим нагревом, которая достигает 1500°С или выше, пирометром, состоящим из термопары платина/платина-родий, формой для приготовления испытательного образца, расходомерами и оптическим прибором, позволяющим наблюдать за профилем испытательного образца в процессе определения. Золу рекомендуется готовить согласно методу, установленному в ISO 1171 [6]. Для достоверности результатов испытаний необходимо регулярно проверять пирометр при стандартных условиях испытания путем наблюдения температуры плавления золота и при возможности температуры плавления палладия.

Определение плавкости золы по стандарту, который описывает международные требования, и постоянный контроль метрологического состояния оборудования обеспечит качество испытаний в лаборатории, что позволит повысить качество топлива на всех стадиях жизненного цикла продукции, снизить риски несоответствия продукции, обеспечение гарантии правильного выбора сжигания топлива.

Плавкость золы, зависящая от ее состава, является важной характеристикой, с которой необходимо считаться при выборе способа сжигания данного топлива. Достоверное определение плавкости золы являются гарантией качества и безопасности продукции.

FMEA способствует новому образу мышления современного научно-технического обеспечения качества. Применение метода FMEA снижает количество вносимых изменений на стадии производства и затраты на

проведение изменений, исключает ошибки и связанные с ними дефекты, а, следовательно, избавляет от рекламаций, судебных исков и значительных затрат на устранение дефектов.

Литература
1. ИСО 9001-2008 Система менеджмента качества. Требования.
2. FMEA Анализ видов и последствий потенциальных отказов / Крайслер Корп., Форд Мотор Компани. Руководство 4-е издание, 2008.
3. СТ РК ИСО 540-2011 Антрацит и кокс. Определение плавкости золы.
4. ГОСТ 2057-94 Топливо твердое минеральное. Методы определения плавкости золы.
5. ISO 540-2008 Hard coal and coke. Determination of ash fusibility.
6. ISO 1171-2010 Solid mineral fuels. Methods for determination of ash.

622.261

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТВОЛА В ПЕРИОД РЕКОНСТРУКЦИИ ПРИ РАССЕЧКЕ КАМЕР ЗАГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

Пашкова О.В.
Ростовский государственный университета путей сообщения,
г. Ростов-на-Дону, Россия

В статье рассматривается влияние зон возможного разрушения пород на напряжения в крепи при сооружении приствольных выработок

При сооружении приствольных выработок в период реконструкции их рассечка может производиться в направлении от ствола или к нему [1].

Последовательность работ по сооружению камеры загрузочных устройств в направлении к стволу представлена на рис. 1.

На первом этапе проходки к стволу проходится одна или две подводящие горизонтальные выработки с оставлением у ствола породного целика необходимых размеров.

На втором этапе проходится восстающий гезенк до проектной отметки кровли камеры.

На третьем этапе гезенк расширяется до проектных размеров камеры, выполняется разборка породного целика, и возведение постоянной крепи камеры.

Выполним поэтапное моделирование сооружения приствольной камеры по рассмотренной технологии в различных условиях.