

Петр Шелешовский, Петр Старзицны
VVUU, a.s. Острава-Радванице, Чехия

ИСПЫТАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ОЧИСТНЫХ И ПРОХОДЧЕСКИХ КОМБАЙНОВ НА ВОСПЛАМЕНЕНИЕ МЕТАНО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

В помещениях испытательных лабораторий VVUU, a.s., Острава - Радванице проводится испытание исполнительного органа очистных и проходческих комбайнов на воспламенение метано-воздушной смеси. В докладе описаны основные принципы тестирования, обобщены результаты и знания полученные в течение восемнадцати лет опыта, описаны системы орошения тестируемых горных оборудований и представлены последние тенденции развития в этой области.

Ключевые слова: горные очистные и проходческие машины, системы пылеподавления, воспламенение метана.

Введение. Добыча угля в шахтах сопряжена с опасностью горения и взрыва метано-воздушной смеси и угольной пыли в процессе ведения горных работ. Воспламенения метана при отбойке угля до сих пор являются одной из наиболее серьезных опасностей в угольных шахтах. В последние годы их число в длинных лавах возрастает вследствие увеличения выделений метана. Этот рост обусловлен увеличением производительности лав и глубины отработки угольных пластов. Увеличению числа воспламенений также способствует наличие в угольных пластах включений породных пропластков.

В большинстве случаев воспламенения связаны с выходом рабочего органа комбайна при отбойке угля в известняки кровли или почвы. При этом система орошения не обеспечивает охлаждения режущих зубков рабочего органа комбайна до безопасной температуры.

В 80-х годах прошлого века в шахтах Остравско-Карвинского угольного бассейна было зарегистрировано несколько случаев локального воспламенения метана во время эксплуатации горных проходческих и очистных машин. Общее для данных чрезвычайных происшествий было то, что производилась песчаником с высоким содержанием кремния, а так же интенсивное локальное выделение метана; эффективность применения систем пылеподавления в то время не была проверена. VVUU, a.s., в Остраве-Радванице (в то время – «Научно-исследовательский угольный институт»)

Цель и задачи. При вводе в эксплуатацию очистных и проходческих забоев должна определяться степень опасности горных пород и угольных пластов по фрикционному воспламенению пылеметановоздушных смесей. Степень опасности устанавливается институтом по безопасности или экспертными организациями, обладающими правом на проведение экспертизы промышленной безопасности, имеющими в своей структуре аккредитованную испытательную лабораторию и обладающими необходимой аттестованной стендовой, лабораторной базой и средствами измерений.

В 1990-1991 гг. VVUU, a.s., получило задание под названием «Методика определения эффективности применения оборудования для снижения рисков воспламенения метана при эксплуатации горных машин компании ОКД, в том числе разработка концепции измерения запыленности».

С целью проведения испытаний эффективности применения оборудования для снижения рисков воспламенения метана при эксплуатации горных проходческих и очистных машин, в компании VVUU, a.s., была создана испытательная станция, занимающаяся проверкой снижения рисков воспламенения метана опытным путем в соответствии с чешским законодательством. Законодательство предусматривает то, что «Очистные комбайны, добычное оборудование и проходческие машины должны оснащаться устройствами пылеподавления, а в шахтах с выделением метана с опасностью 2-ой степени, данные машины должны оснащаться также устройствами, понижающими возможность воспламенения метана от исполнительного органа машины. На горных машинах и механизмах должны применяться устройства для борьбы с пылью, которыми эти машины комплектуются. Запрещена эксплуатация машин, не имеющих вышеописанные предохранительные устройства».

Результаты исследований. Для предотвращения фрикционного воспламенения метановоздушной смеси запрещается эксплуатация выемочных и проходческих горных машин без систем взрывозащитного орошения на пластах с горными породами 2^{ой} и 3^{ей} группы опасности (искроопасными 2^{ой} степени и взрывоопасными). Ведение горных работ горными машинами без систем взрывозащитного орошения допускается только по углю либо по породам (с присечкой породы) не выше 1^{ой} группы опасности (не опасные и искроопасные 1^{ой} степени горные породы). Для определения параметров систем взрывозащитного орошения горных машин на стадии приемочных испытаний необходимо проводить специальные испытания режущего инструмента по методике

Испытания рабочей части горных машин (т.е. режущей части с электродвигателем, передаточным устройством и исполнительным органом с резцами и системой пылеподавления – орошения) проводятся в герметичной метано-воздушной камере, встроенной в металлический туннель «TUBOSIDER». В качестве раскаленной линии среза резца используется капсуль-детонатор (размещенный в видоизмененном резце) в настоящих линиях среза, созданных в испытательном стояке. В цикл входят 20 испытаний. Устройства пылеподавления по предотвращению воспламенения метано-воздушной смеси должны иметь успешность не менее 75%. Методика проведения испытаний предусматривает 5 воспламенений, при этом энергия электрического капсуля-детонатора в 90 Дж является примерно на порядок выше, чем минимальная энергия раскаленной линии среза резца, которой теоретически будет достаточно для воспламенения метано-воздушной смеси.

С 1.11.2001 данные испытания аккредитованы Чешским институтом по аккредитации.

С апреля прошлого года (2011 г.) было проведено более 1900 взрывов при испытаниях различных исполнительных органов с диаметром от 600 до 2500 мм с разными системами пылеподавления. Из общего количества 87 машин, на которых производились испытания, 13 машин не прошли испытания, т.е. 14,9 % (7 не прошло по внешней системе пылеподавления, а 5 по внутренней системе пылеподавления). Было запрещено использование данных систем с потенциальным возникновением опасности в шахтах с повышенной опасностью 2-ой степени. Проводились испытания на 50-ти исполнительных органах очистных комбайнов, из них 17 с внешними системами пылеподавления, а 33 с внутренними системами пылеподавления.

Исполнительных органов проходческих комбайнов было испытано всего 37, из них 25 с внешними и комбинированными системами пылеподавления, а 12 с внутренними системами пылеподавления, из них 10 секционных.

На протяжении разработки методики и проведения испытаний на собственных испытательных станциях мы получили богатый опыт работы в проведении испытаний и оценке оборудования для понижения рисков воспламенения метано-воздушной смеси при эксплуатации горных очистных и проходческих машин.

Оценка оборудования по понижению рисков воспламенения метана производится для систем пылеподавления данного оборудования с учетом исполнительного органа, вспомогательных систем, насосов и самого оборудования. Основными системами пылеподавления горных очистных и проходческих машин, на которых производятся испытания в нашей испытательной камере, являются следующие три:

- внешние;
- внутренние;
- комбинированные.

Системы внешнего пылеподавления – это классическое оборудование для подавления пыли с вторичной функцией понижения риска воспламенения метано-воздушной смеси. Речь идет о системе сопел, при помощи которых происходит моделирование основного и вспомогательного пылеподавления, которое создает водную завесу, прежде всего поверхность исполнительных органов. Часто бывает спорным вопрос, касающийся охлаждения раскаленных линий среза резца очистных комбайнов, которые характеризуются как очаги воспламенения метана. Более успешные результаты достигаются в случае, когда исполнительные органы являются более узкими и имеют конструкцию многоходового винтового исполнительного органа с диаметром не более 1600 мм при условии применения соответствующих сопел, с давлением в пределах от 1 до 2 МПа. Относительно высокий расход воды не повышает эффективность при гашении. В очистных комбайнах однозначно более эффективным является применение системы внутреннего пылеподавления, а в последнее время не производятся испытания классических систем внешнего

пылеподавления. Системе внешнего пылеподавления в проходческих машинах приходят на смену инновационные технологии – комбинированные системы (вода-воздух) со специальными соплами.

Большие изменения наблюдаются в системах внутреннего пылеподавления, в которых вода подается по линиям внутреннего распределения к соплам к каждому резцу, а так как возникает большое гидросопротивление, машина должна быть оснащена дополнительным насосом. В то время как первые испытания мы производили для сложных высоконапорных систем, например, Krampe 6 МПа, Voest-Alpine 11 МПа, в настоящее время наблюдается тренд по снижению давления в пределах от 1 до 3 МПа. Конструкция внутренней системы пылеподавления предусматривает, прежде всего, пылеподавление, направленное на пресечение либо понижение возможности воспламенения метана от исполнительного органа машины. Сопла возле каждого из резцов непосредственно охлаждают раскаленные линии среза резцов.

Из опыта следует, что в данном случае вступают в действие группы сопел, которые в очистных машинах образуют друг за другом от трех до четырех резцов, а в проходческих машинах гнездообразную систему одинакового количества сопел. При засорении двух взаимодействующих сопел оборудование выходит из строя. На эффективность внутренней системы пылеподавления не оказывает влияния ширина исполнительного органа, а также его диаметр, если скорость резания остается неизменной. Необходимо уделять большое внимание чистоте воды, качеству материала и исполнения линий внутреннего распределения, эффективности сопел и заданному давлению вещества в системе орошения (пылеподавления), в этом случае система пылеподавления является достаточно эффективной с точки зрения риска воспламенения метана.

Некоторые из проходческих машин с системой внутреннего пылеподавления, которые испытывались (Рис.1.), были оснащены секторной системой орошения. Данная система позволяет использовать относительно малое количество воды, при этом, не снижая эффективности с точки зрения возможности воспламенения метано-воздушной смеси.

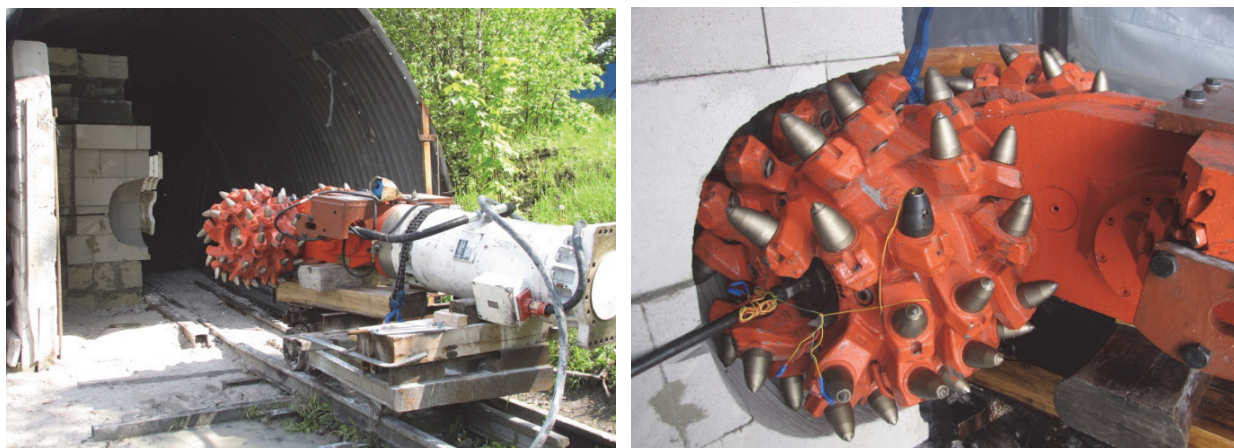


Рис.1. Проходческий комбайн с комбинированной системой пылеподавления при проведении испытаний

С системой комбинированного пылеподавления, используемой в очистных машинах (Рис.2.), мы столкнулись в нескольких случаях. Если в системе внутреннего пылеподавления внутренняя линия распределения охлаждающей воды электродвигателя сконструирована отдельно, то в большинстве случаев она выводится в систему внешнего пылеподавления, которая оказывает влияние на запыленность. Комбинация внутреннего и внешнего пылеподавления успешно применяется в машине с маленьким диаметром исполнительного органа, в данном случае внутренние линии распределения подводятся к соплам перед резцом, что имеет преимущества в пылеподавлении, внешняя система пылеподавления считается оборудованием для снижения возможности воспламенения метана. Направление развития в области проходческих комбайнов отмечено ростом данных типов систем пылеподавления в комбинации с комбинированными системами (воздух-вода).

При проведении испытаний больше внимание оказывается используемым соплам, которые могут повлиять на эффективность испытаний оборудования, снижая риск воспламенения метано-воздушной смеси, но в то же время большое количество воды может неблагоприятно влиять на технологию добычи или проходки. Прежде всего, используются сопла со спиральным спадом. В

системах внутреннего пылеподавления применяются сопла с полым сечением конуса либо с конусом сплошного сечения малого диаметра, в системах внешнего пылеподавления используются сопла с конусом сплошного сечения большого диаметра.



Рис.2. Очистной комбайн при подготовке к проведению испытаний

Системы внутреннего пылеподавления оснащены фильтрами, а некоторые типы сопел оснащены сеткой для защиты от примесей более крупного размера, сетку необходимо периодически чистить. Расход воды определяется как технический компромисс между количеством воды, необходимым для понижения возможности воспламенения метана, и технологической эффективностью количества воды. Примером являются некоторые типы сопел, специально разработанные производителем и испытанные на нашей опытной станции в системах внутреннего пылеподавления. Иногда встречается так же эжекторная обработка сопел, эффективность которых обусловлена давлением от 3-х МПа и выше, что не всегда отвечает заданным условиям для данных систем со стороны производителей.

Для всех новых машин и их исполнительных органов, в том числе и восстановленных типов, обязательно проведение испытаний эффективности оборудования по понижению рисков воспламенения метано-воздушной смеси при эксплуатации горных очистных и проходческих машин. Опасные системы с точки зрения их конструктивного решения и параметров, мы готовы предварительно идентифицировать, тем самым предотвращая их возможное применение.

Заключение. На наших испытательных станциях проводится анализ и удостоверение причин возникновения чрезвычайных ситуаций на горных очистных и проходческих машинах, при эксплуатации которых может произойти чрезвычайная ситуация, результатом которой будет являться воспламенение метана.

Любая машина, которая будет использована в условиях указанных в [1], должна быть оснащена системой защиты от воспламенения, которая была проверена тестированием. Эта система должна иметь либо вентиляцию в области режущих инструментов или водяное распыление режущих инструментов, или их комбинацию. Эффективность системы защиты должна быть оценена производителем, должны быть установлены рабочие параметры системы и указаны в инструкции по эксплуатации.

Очистные комбайны, плужные установки и проходческие машины должны быть оснащены устройствами для пылеподавления. В газовых шахтах II. класса опасности также должно быть устройство, понижающее возможность воспламенения метана от тела режущего органа машины. Их использование без этих устройств запрещено.

1. Оборудование и компоненты предназначены для использования в потенциально взрывоопасных средах подземных шахт.// Пункт 5.1.2 Машины с режущими инструментами – ЧСН ЭН 1710:2006.
2. Постановления Горного надзора // § 259, пункт 1 – ЧР № 22,1989.– С 3.

REFERENCES

1. Oborudovanie i komponenty prednaznacheny dlya ispol'zovaniya v potentsial'no vzryvoopasnykh sredakh podzemnykh shakht.// Punkt 5.1.2 Mashiny s rezhushchimi instrumentami – CHSN EN 1710:2006.
2. Postanovleniya Gornogo nadzora // § 259, punkt 1 – CHR № 22,1989.– S 3.

P. ŠELEŠOVSKÝ, P. STARZYCZNY. Testing of device efficiency for decrease of hazard of methane-air mixture ignition trough cutting unit during the operation of road headers and longwall shearers.

Testing rooms of VVUU Ostrava Radvanice conduct tests on cutting bodies of mining and tunneling machines with the possibility of methane mixture ignition. It describes the test basic principles, knowledge and experience with the results based on the eighteen-year experience, including spraying systems tested mining machines and latest trend development in this area.

Keywords: road headers and longwall shearers, dust suppression system, methane ignition.

П. ШЕЛЕШОВСКИЙ, П. СТАРЗИЦЗНИ. Випробування виконавчого органу очисних і прохідницьких комбайнів на займання метано-повітряної суміші.

У приміщеннях випробувальних лабораторій VVUŮ, as, Острава - Радваніце проводиться випробування виконавчого органу очисних і прохідницьких комбайнів на займання метано-повітряної суміші. У доповіді описані основні принципи тестування, узагальнено результати і знання отримані протягом вісімнадцяти років досвіду, описані системи зрошення тестуванні гірських обладнань і представлені останні тенденції розвитку в цій галузі.

Ключові слова: гірські очисні і прохідні машини, системи пилевловлювання, спалахування метану.

АВТОРЫ:

Петр ШЕЛЕШОВСКИЙ – специалист испытательной станции VVUU, a.s. Острава-Радваніце, Чехия

Петр СТАРЗИЦЗНЫ – главный специалист испытательной станции VVUU, a.s. Острава-Радваніце, Чехия

АВТОРИ:

Петро ШЕЛЕШОВСКИЙ – спеціаліст випробувальної лабораторії VVUU, a.s. Острава-Радваніце, Чехія

Петро СТАРЗИЦЗНИ – головний спеціаліст випробувальної лабораторії VVUU, a.s. Острава-Радваніце, Чехія

AUTHORS:

Petr STARZYCZNY – Expert Guarantor, Testing Laboratory VVUU, a.s., Czech Republic;

Petr ŠELEŠOVSKÝ – Expert Guarantor, Testing Laboratory VVUU, a.s., Czech Republic

РЕЦЕНЗЕНТ:

МАРЧУК В.І., доктор технічних наук, професор, Луцький національний технічний університет, завідувач кафедри приладобудування, Луцьк, Україна.

РЕЦЕНЗЕНТ:

МАРЧУК В.И., доктор технических наук, профессор, Луцкий национальный технический университет, заведующий кафедрой приборостроения, Луцк, Украина.

REVIEWER:

V. MARCHUK, Doctor of Science in Technology, Professor, Lutsk National Technical University, Head of Instrument Making Department, Lutsk, Ukraine.

Стаття надійшла в редакцію 10.09.2014р.