

Федеральное агентство по образованию
Администрация Кемеровской области
Кузбасский государственный технический университет
Южно-Сибирское управление РОСТЕХНАДЗОРА



**VIII Международная
научно-практическая конференция**

**Безопасность жизнедеятельности предприятий
в промышленно развитых регионах**

**60-летию
КТУ-КузПИ-КузГТУ
посвящается**

**Том 1
Материалы конференции**

**12 ноября 2009 года
Кемерово**



**Федеральное агентство по образованию
Администрация Кемеровской области
Кузбасский государственный технический университет
Южно-Сибирское управление РОСТЕХНАДЗОРА**

**VIII Международная
научно-практическая конференция**

**Безопасность жизнедеятельности предприятий
в промышленно развитых регионах**

**60-летию КГУ–КузПИ–КузГТУ
посвящается**

**Том 1
Материалы конференции**

**12 ноября 2009 года
Кемерово**

УДК 622.658.345

Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах : Материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. (Том 2) Кемерово, 12 нояб. 2009 г. / отв. ред. В.Ю. Блюменштейн ; зам. отв. ред. Л.А. Шевченко ; Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2009. – 301 с.

ISBN 978-5-89070-706-2

В сборнике представлены материалы докладов ученых и специалистов академических, отраслевых институтов, вузов, промышленных предприятий, Госгортехнадзора, медицины катастроф по безопасности жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах.

Цель конференции – обмен опытом в области охраны и промышленной безопасности в различных областях промышленности, выявление актуальных направлений научных исследований для разработки эффективных мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций, аварий и несчастных случаев.

Для специалистов, работающих в области безопасности и охраны труда и промышленной безопасности, медицины катастроф, экологии, специалистов и руководителей промышленных предприятий работников органов технического надзора, учебных заведений и органов государственного управления, а также для всех заинтересованных лиц.

УДК 622.658.345

© Кузбасский государственный
технический университет, 2009

ISBN 978-5-89070-706-2



**Заместитель губернатора Кемеровской области
В.А. Ковалев**

Уважаемые коллеги!

Кемеровская область – регион с многоотраслевым народным хозяйством и высокой концентрацией сырьевых и перерабатывающих производств и по экономическому потенциалу является крупнейшим территориально-производственным комплексом Российской Федерации.

Кузбасс относится к числу наиболее развитых регионов Сибири, имеющих ярко выраженную сырьевую специализацию. Промышленность является ведущим сектором экономики области. В 2008 году в Кемеровской области было добыто 55,8% российского угля. Доля Кемеровской области в общероссийском производстве чугуна составляет 13,6%, стали – 11,9 %, труб стальных – 78,4%, готового проката черного металла – 11,9%.

Для Кемеровской области характерны все основные составляющие, которые определяют негативное влияние промышленности на окружающую среду: крупные масштабы промышленного производства, высокая степень концентрации промышленных объектов в юго-западной и запад-

ной частях области, сложная структура промышленности, включающая виды экономического воздействия высокого класса вредности: добыча полезных ископаемых, металлургическое и химическое производство, производство и распределение электроэнергии.

К числу основных экологических проблем области относятся: загрязнение атмосферного воздуха; загрязнение и истощение водных объектов; загрязнение и деградация почвенно-земельных ресурсов.

Кемеровская область остается в числе регионов Российской Федерации с максимальным количеством выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

По объему валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Кемеровская область занимает 3-е место в Российской Федерации и 2-е место в Сибирском федеральном округе.

Значительное воздействие на атмосферный воздух оказывают предприятия по добыче полезных ископаемых, металлургической промышленности, производству кокса, передаче и распределению электроэнергии. Кроме того, значительную долю в загрязнение атмосферного воздуха вносит автомобильный транспорт, особенно в городе Кемерово, где вклад автотранспорта в суммарные выбросы составил 56,3 %.

Наибольшая масса выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников сохраняется в городах: Новокузнецк, Осинники, Ленинск-Кузнецкий, Мыски, Прокопьевск, Белово, Полысаево, Кемерово, Киселевск; г. Междуреченск и Междуреченский район. Новокузнецк входит в число городов с наибольшим уровнем загрязнения воздуха.

По данным государственной статистической отчетности, общая масса выбросов загрязняющих веществ в атмосферу области за 2008 год составила 1810,250 тыс. т, в том числе от стационарных источников 1515,411 тыс. т., от передвижных источников выброшено в атмосферный воздух 294,839 тыс. т (16,3% от общей массы зарегистрированных выбросов загрязняющих веществ),

Автомобильный транспорт является доминирующим источником загрязнения атмосферного воздуха в городских зонах области, где плотность населения сочетается с высоким уровнем промышленного производства и интенсивностью движения автотранспорта.

Основными загрязняющими веществами атмосферного воздуха являются газообразные: диоксид серы, оксиды азота (в пересчете на NO_2), оксид углерода, углеводороды (включая метан) и твердые вещества – они составляют 1757,162 тыс. т, или 97,1 % от общей массы зарегистрированных выбросов. В составе выбросов также содержатся высокотоксичные и канцерогенные вещества: бенз(а)пирен, соединения металлов, цианиды, фториды и другие специфические примеси, которые в атмосфере вступают в фотохимические реакции с образованием озона и других окислителей.

По сравнению с 2007 годом масса выбросов загрязняющих веществ увеличилась на 19,907 тыс. т., что связано с ростом выбросов метана. В целом масса выбросов метана увеличилась на 56,754 тыс. т, что объясняется применением дегазации пластов на предприятиях по добыче полезных ископаемых.

Удельная нагрузка на единицу площади области по выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух области стационарными источниками составляет 15,8 т на квадратный километр.

Антропогенная нагрузка на жителей Кузбасса по количеству выбрасываемых загрязняющих веществ в среднем составляет 537 кг/год на одного человека. Высокая антропогенная нагрузка наблюдается в Новокузнецком районе, а так же в городах: Осинники, Полысаево, Мыски; г. Междуреченск и Междуреченском районе, Беловском районе. Меньше всего подвергаются влиянию антропогенных факторов Крапивинский, Чебулинский, Яйский, Тисульский и Ижморский районы.

Это негативное воздействие в пересчете на величину "удельных валовых выбросов в атмосферу на единицу валового регионального продукта" (общепринятый в европейских странах показатель) Кемеровская область за последние годы также характеризуется тенденцией роста с 11,7 до 14,2 тыс. тонн на 1 млрд. рублей ВРП, что в 5-6 раз больше средних российских показателей. Эта тенденция показательна наращиванием производства без модернизации устаревшего оборудования, внедрения экологически безопасных технологий. Практически шестая часть загрязняющих атмосферу веществ попадает в воздух, не проходя газоочистку.

Высокому уровню загрязнения атмосферного воздуха способствуют географические и климатические особенности Кемеровской области, которые создают условия, препятствующие рассеиванию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Отражающее действие горных хребтов приводит к тому, что большая часть промышленных выбросов в атмосферу осаждается в Кузнецкой котловине и на обращенных к ней склонах гор. Число дней с комплексом неблагоприятных для рассеивания выбросов метеоусловий (инверсии), приводящих к образованию смога, составляет за последние годы от 50 до 95 дней в году. За 2008 год в период неблагоприятных метеорологических условий промышленным и автотранспортным предприятиям г. Кемерово было передано 62 штормовых предупреждения, предприятиям г. Новокузнецк – 17 штормовых предупреждений.

Повсеместное нарушение технологии на теплоэнергетических станциях и, прежде всего на тепловых станциях и котельных в связи с переходом на более дешевые, высокозольные марки углей приводит к повышенному выбросу в атмосферу сернистых соединений, окислов азота, оксидов углерода, твердых частиц.

Увеличение более чем в три раза за последние три года количества автомобильного транспорта, прежде всего за счет подержанных иномарок,

переход основного количества предприятий поставляющих в регион горючее в частные руки и снижение контроля за качеством поставляемого автомобильного топлива привело к тому, что выбросы в атмосферу от передвижных источников начинают занимать лидирующие позиции в общей структуре источников загрязнения атмосферы в ряде населенных пунктах области.

Развитие угледобывающей отрасли Кузбасса сопровождается увеличением выбросов метана. Доля вклада рудничного метана от общей массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на текущий период составляет 43%. Метан относится к газам, вызывающим парниковый эффект, который по эффективности воздействия на потепление климата превосходит углекислый газ в 21 раз.

В настоящее время на угольных предприятиях области проводится работа по извлечению и утилизации шахтного метана с использованием механизмов Киотского протокола. Участвуют в этом проекте 9 угольных компаний Кузбасса. Осуществляя работы в этом направлении предприятия и область в целом, помимо снижения выбросов в атмосферу метана – загрязняющего атмосферу вещества и одного из самых тяжелых парниковых газов, решает и другие задачи: обеспечивается безопасность шахтерского труда и появляется новый источник тепловой энергии.

В свете ратификации Россией Киотского протокола - экономического документа, которым устанавливаются квоты на выброс парниковых газов, тенденция роста выбросов метана - тревожный фактор. От обеспеченности этим, ранее не существовавшим ресурсом – "квоты на выброс парниковых газов" - будет зависеть развитие экономики, в том числе и нашей области.

Проблема обеспечения населения питьевой водой нормативного качества и в достаточном количестве стала одной из главных и определяющих экономическое и социальное развитие в регионе. Загрязнение водных объектов связано с массовой застройкой водоохранных зон в годы отечественной войны и послевоенный период, несоблюдением регламентов хозяйственной деятельности в зонах санитарной охраны источников питьевого водоснабжения, неэффективной работой очистных сооружений.

В крупных городах объемы отбора воды из поверхностных источников достигли таких масштабов, что водные объекты давно потеряли способность к самоочищению, а поддержание их водности обеспечивается за счет загрязненных ливневых, производственных и хоз-бытовых стоков.

Исследования ВНИИ Водгео, проведенные по Южному и Северному Кузбассу показали, что, несмотря на значительное количество сбрасываемых загрязненных стоков через контролируемые сосредоточенные выпуски, значительный вклад в загрязнение водных объектов приносят неконтролируемые рассредоточенные источники загрязнения.

Количество загрязняющих веществ, поступающих с поверхностным смывом по отдельным ингредиентам в несколько раз больше, чем по контролируемым выпускам (на 1 км² приходится около 16 т выбросов загрязняющих веществ). Однако на многих предприятиях отсутствуют очистные сооружения ливневых стоков. Не имеют их и все города области.

Качество воды в р. Томь, являющейся самым большим в границах области водным объектом, по обобщенному показателю УКИЗВ (удельный комбинаторный индекс загрязненности воды) оценивается на двух участках реки как вода "очень загрязненная и в остальных створах контроля - вода "загрязненная". Содержание таких токсичных соединений как фенолы, нефтепродукты, нитраты и нитриты превышают ПДК в 5-15 раз.

В настоящее время возрастает роль подземных вод в структуре водоснабжения области. Доля их потребления в области составляет 29,8%. Использование же их для водоснабжения сельского населения приближается к 100 %. При этом подземные воды находятся под постоянным воздействием техногенной нагрузки, являющейся результатом максимальной концентрации промышленных предприятий на большей части её территории. Наибольшее воздействие на подземные воды оказывают горные выработки шахт и карьеров с действующим водоотливом или системой дренажных сооружений, защищающих горные выработки от обводнения. Водоотбор и понижение уровня подземных вод создают крупные очаги их техногенной разгрузки и вызывают формирование депрессионных воронок.

На поверхностные водные объекты также значительное воздействие оказывает производство горных работ, особенно добыча угля открытым способом. Осушение месторождений приводит к сокращению протяженности рек и иссушению значительных территорий.

В условиях Кемеровской области, когда объем сбросов сточных вод в различные водные артерии превышает 2 млрд. м³/год, использование открытых водозаборов для питьевого водоснабжения не позволяет обеспечить необходимое качество в соответствии с требованиями санитарных норм и правил. Проведение же доочистки и водоподготовки с целью доведения вод до питьевого качества требует постоянно больших вложений денежных средств и доступно лишь для крупных потребителей (городов, промышленных предприятий).

При недостаточных природоохранных мерах в районах отработки месторождений твердых полезных ископаемых происходит истощение водоносных горизонтов и существенное ухудшение качества подземных вод.

В качестве основных объектов, способствующих загрязнению подземных вод установлены ликвидированные методом естественного затопления горнодобывающие предприятия, отстойники золоотвалов крупных ГРЭС и ТЭЦ, заводы химической промышленности, промышленные зоны крупных городских агломераций, селитебная застройка на участках незащищенных подземных вод.

Состояние земельных ресурсов на территории Кемеровской области, находящихся в хозяйственном обращении, остается неудовлетворительным. Требуется решения проблема техногенного загрязнения земель тяжелыми металлами, нефтепродуктами, химическими средствами защиты растений и другими токсичными веществами. Продолжается развитие таких негативных процессов и явлений, как подтопление, деградация и захламление земель.

Анализируя площадь нарушенных земель в области, можно отметить, что этот показатель в Кемеровской области значительно выше, чем в среднем по России. Особенно это характерно для угледобывающих районов Кузбасса - нарушенные территории города Прокопьевска составляют 19,5 процент, города Киселевска – 27 процентов, города Междуреченска – 13,2 процента. Разрушается почвенный покров, естественные ландшафты, сельскохозяйственные земли замещаются породными отвалами, гидроотвалами, различного вида шламохранилищами.

В настоящее время площадь нарушенных земель в Кемеровской области составляет 62,3 тысячи гектаров, в том числе 57,3 тысячи гектаров нарушены при разработке месторождений полезных ископаемых. Согласно данным статистики в Кемеровской области нарушено около 0,65% от общей площади области, что в 10 раз превышает данный показатель по России (0,066%).

Из нарушенных земель в настоящее время отработано 8,8 тысяч га, из них при разработке месторождений полезных ископаемых – 7,8 тысяч га. Ежегодно угольными предприятиями рекультивируется всего 4-5% от отработанных нарушенных земель. Существующая в настоящее время система государственного регулирования землепользования не способна эффективно влиять на качество и количество рекультивированных земель.

По информации, представленной ЗАО "Кузбасский центр мониторинга производственной и экологической безопасности" в настоящее время в Кузбассе в стадии ликвидации находится 46 предприятий угольной промышленности, из них 43 шахты, разрез "Листвяжный", трест "Осинникишахтострой", ГОФ "Судженская".

На момент ликвидации площадь нарушенных земель, подлежащих рекультивации за счет средств федерального бюджета, согласно проектам ликвидации, составляла 5,5 тысяч га.

С начала реструктуризации угольных предприятий рекультивировано всего 988 га, в том числе в 2008 году 263,9 га. Остаточный объем рекультивационных работ составляет 1 734,4 га, так как часть работ по рекультивации нарушенных земель исключена из федерального финансирования в связи с передачей их новому собственнику.

При достигнутых темпах проводимой рекультивации завершение рекультивационных работ предполагается в 2015 году. При этом согласно

приказу Минпромэнерго от 27.07.2006 № 177 выделение средств из федерального бюджета будет прекращено в 2010 году.

Область не устраивают такие темпы рекультивации, а так же качество выполняемых рекультивационных работ.

Низкое качество выполнения рекультивационных работ связано с некомпетентностью подрядчиков. Как правило, в тендерах участвуют организации, не имеющие навыков подобной деятельности и технически плохо оснащенные. В результате на восстановленных землях недостаточно внесено плодородного слоя, нарушены сроки высадки деревьев и кустарников.

По причине низкого качества, по итогам прошлого года по двум муниципальным образованиям объемы выполненных работ приняты не были. По двум ликвидируемым предприятиям, находящимся в г. Кемерово, не были освоены в полном объеме финансовые средства, предусмотренные на 2008 год. В пределах горного отвода одной из ликвидируемых шахт (ш. Ноградская) на рекультивированных землях, из-за низкого качества проведенных работ, стала возможной незаконная добыча угля.

Проблема оптимального обращения с отходами производства и потребления имеет чрезвычайно актуальное значение в связи с большим количеством накопленных и ежегодно образующихся отходов, низкой эффективностью управления отходами. Основная часть отходов (97%) приходится на вскрышные породы. По данным государственной статистической отчетности за 2008 год на территории области образовалось 1, 910 млрд. т отходов производства и потребления

По объемам образования отходов область занимает первое место в СФО и Российской Федерации, причем на 0.56% территории Российской Федерации образуется порядка 50% отходов.

Общий процент использования и утилизации ежегодного образования отходов в нашей области согласно статистической оценке – около 60%, это металлургические съемы, пыль, шламы минеральной газоочистки, отработанные масла, шпалы, фенолформальдегидные смолы, аккумуляторы, ртуть-содержащие отходы, лом черных металлов, пищевые отходы, бумага др.

В настоящее время отходы производства и потребления еще недостаточно используются как вторичные ресурсы для производства необходимой области продукции. Сложившаяся в Российской Федерации система государственного регулирования не выделяет переработку вторичных ресурсов в качестве объекта государственного регулирования. Исключения составляют черные и цветные, обращение с которыми требует лицензирования. Затраты, связанные со сбором вторичных ресурсов превышают прибыль от реализации заготавливаемого вторичного сырья.

Объективных причин здесь две. Во-первых, пока очень дешево, подчас бесплатно (природное) сырье. Во-вторых, отсутствует законодательная база (как во всех развивающихся странах), обеспечивающая экономические механизмы стимулирования индустрии переработки отходов. К при-

меру, предписывающие обязать производителя отвечать за утилизацию продукции (в первую очередь, потребительских товаров, упаковочного материала и др.).

В результате сотни и тысячи свалок – это уже не только экологическая, но и экономическая проблема. Помимо того, что не создаются рабочие места в индустрии переработки отходов (соответственно, бюджеты не получают налоги) и выводятся из полезного использования под свалки земли, закладываются миллионы средств в будущие бюджеты на очистку загрязненных подземных и поверхностных вод, источников питьевого водоснабжения, ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Общая площадь, занятая под промышленными полигонами и полигонами ТБО в области составляет свыше 13 тыс. га (0,015% площади территории области).

В связи с недостаточным количеством полигонов для складирования и захоронения отходов, отсутствием мусороперерабатывающих заводов и небрежным отношением граждан к охране окружающей среды широко распространена практика образования многочисленных несанкционированных свалок, которые представляют особую угрозу для окружающей среды и здоровья населения. Не утилизируются сельскохозяйственные отходы, они располагаются, как правило, на открытых площадках животноводческих комплексов, ферм, что приводит к загрязнению почв и водных объектов. К концу 2005г. в хранилищах, накопителях, полигонах, свалках и других объектах накоплено 6,2 млрд. тонн отходов производства и потребления, из них 17,5 тыс. тонн – отходы I и II класса.

Интенсивная эксплуатация природных богатств региона и, прежде всего огромных запасов каменного угля и железосодержащих руд при полном игнорировании не только интересов окружающей среды, но и проживающего на территории населения, в исторически короткие сроки истощили возможности самовосстановления окружающей природной среды и природных ресурсов.

Закрытие в 90-х годах без должного экологического обоснования ряда предприятий, в первую очередь оборонного комплекса, а также нерентабельных шахт, привело к образованию своеобразных "экологических мин замедленного действия".

Предприятия угольной, химической и оборонной промышленности даже после закрытия и диверсификации продолжают оказывать негативное воздействие на здоровье населения и создавать опасность для жизнедеятельности - это так называемый прошлый экологический ущерб. По оценкам экспертов доля вкладов прошлых экологических ущербов в смертность населения шахтерских городов ориентировочно оценивается в пределах 4,5-7,0%

Неблагополучная экологическая ситуация в Кемеровской области является одним из основных факторов снижения продолжительности жизни и роста заболеваемости населения.

Уже сейчас анализ всего комплекса экологических проблем показал, что решить их только своими силами невозможно. Это вызвано в первую очередь огромным экологическим ущербом, накопленным за десятилетия развития региона.

Администрация области, понимая всю важность и неотложность решения комплекса экологических проблем, ведет постоянную конкретную работу по исправлению экологической ситуации в интересах жителей региона.

Разработаны, утверждены, профинансированы из областного бюджета и реализуется 6 региональных целевых программ Кемеровской области, а именно:

- РЦП "Чистая вода";
- РЦП "Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов Кемеровской области";
- РЦП Экология и природные ресурсы Кемеровской области";
- РЦП "Воспроизводство лесов и повышение их экологических функций";
- РЦП "Модернизация объектов коммунальной инфраструктуры Кемеровской области";
- РЦП "Обеспечение энергетической эффективности и энергосбережения на территории Кемеровской области".

Каждая из названных программ, решая конкретные вопросы отрасли в то же время способствует в ходе реализации с одной стороны охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности, а с другой – формированию комфортных и безопасных условий проживания и жизнедеятельности населения области, сохранению здоровья людей.

Экологический эффект этих программ налицо: только за четыре последних года в области закрыто 209 старых котельных, которые не имели газо-очистительного оборудования. Собрано и утилизировано более 300 тонн ядохимикатов с просроченным сроком годности, которые зачастую были просто свалены на поля, отравляя все вокруг. В прошлом году (2006), объявленным годом Чистой воды, построили и реконструировали: три насосно-фильтровальные станции в городах и поселках области; 100 километров водопроводных сетей; пустили в эксплуатацию 3 завода по очистке и розливу питьевой воды. Причем, один из них – (в Кемеровском районе) единственный за Уралом завод, который работает на основе нанотехнологий. Все это позволило повысить надежность водообеспечения наших городов. И самое главное – довести качество питьевой воды до международных стандартов.

Большое внимание уделяем экологическому образованию и просвещению подрастающего поколения, то есть тех, кто завтра придет на предприятия. Не случайно, начиная с 1999 года, Кемеровская область занимает 1 – 2 места во Всероссийском смотре - конкурсе "Дни защиты от экологической опасности". В области создан и активно работает (с 2000г.) Детский экологический парламент (Кемеровская региональная общественная организация "Детско-юношеский экологический парламент").

Финансы

В целом по Кузбассу на реализацию природоохранных программ и мероприятий ежегодно выделяется средства из областного бюджета. С удовлетворением хочу отметить, что Успешно осуществляет природоохранные программы и ряд промышленных предприятий. Так, Новокузнецкий металлургический комбинат направил на эти цели в 2006г. 1,2млрд.рублей, Западно-Сибирский металлургический комбинат – 380млн.рублей, Юргинский филиал "Кузнецких ферросплавов" – 100млн.руб. Все эти меры позволили нам обеспечить стабилизацию экологической ситуации в регионе при динамичном росте промышленного производства.

Однако этого явно не достаточно. Решить весь комплекс экологических проблем только своими силами – мы не сможем. Чтобы выйти на реальное улучшение экологической обстановки, уже сейчас нам нужны экстренные государственно – правовые меры. Что, на мой взгляд, необходимо решить на федеральном уровне в первую очередь?

Та экологическая законодательная база, которая начала формироваться у нас в стране в конце 80-х – начале 90-х годов прошлого века, сильно отстаёт от реалий сегодняшнего дня. В частности, в существующих нормативно-правовых актах ответственность за загрязнение окружающей среды не адекватна тому ущербу, который ей наносится. А ответственность за прошлый экологический ущерб (то есть, с начала освоения Кузбасса) не определена.

Экологическая реабилитация Кузбасса – проблема в большей степени федерального, а не только регионального значения, требующая наряду со значительными финансовыми и материальными затратами грамотной правовой проработки.

Постановление Администрации Кемеровской области от 10.11.2002 № 137 утверждена "Концепция экологической политики Кемеровской области"

В развитие основных положений Концепции в области разрабатывается нормативная база в сфере природопользования и охраны окружающей природной среды.

В целях урегулирования отношений в сфере охраны окружающей среды и природопользования в Кемеровской области принят ряд законов.

Для разграничения полномочий между органами государственной власти Кемеровской области в сфере недропользования, охраны окружающей среды, использования и охраны водных объектов:

Закон Кемеровской области от 18. 01.2007 № 6- ОЗ "О разграничении полномочий между органами государственной власти Кемеровской области в сфере недропользования";

Закон Кемеровской области от 18.01.2007 № 5-ОЗ "О разграничении полномочий между органами государственной власти Кемеровской области в сфере охраны окружающей среды";

Закон Кемеровской области от 16.06.2006 № 88-ОЗ "О разграничении полномочий между органами государственной власти Кемеровской области в сфере использования и охраны водных объектов".

Для решения проблем в сфере природопользования и экологии принят Закон Кемеровской области от 12.12.2006 № 186-ОЗ "Об утверждении краткосрочной региональной целевой программы "Экология и природные ресурсы Кемеровской области" на 2007 год".

В целях регулирования отношений по ведению Красной книги Кемеровской области в целях охраны и защиты редких и находящихся под угрозой исчезновения диких животных, дикорастущих растений и грибов, обитающих (произрастающих) на территории Кемеровской области, а также обеспечений биологического разнообразия, создания условий для устойчивого существования растений, животных и грибов, сохранения их генофонда принят Закон Кемеровской области от 03.08.2000 № 56-ОЗ "О Красной книге Кемеровской области".

Для урегулирования отношений по вопросам организации, охраны и использования особо охраняемых природных территорий регионального и местного значения в целях сохранения уникальных и типичных природных комплексов и объектов, достопримечательных природных образований, объектов растительного и животного мира, их генетического фонда, изучения естественных процессов в природе и контроля за ее состоянием, экологического воспитания населения принят Закон Кемеровской области от 04.01.2001 № 1-ОЗ " Об особо охраняемых природных территориях в Кемеровской области".

В целях совершенствования государственного управления в области охраны окружающей среды и природопользования в Кемеровской области принято порядка 50 нормативных актов.

К примеру постановление Коллегии Администрации Кемеровской области от 24.07.2006 "Об осуществлении в Кемеровской области государственного экологического контроля, государственного контроля за использованием и охраной водных объектов", постановление Коллегии Администрации Кемеровской области от 17.05.2005 "О порядке проведения работ по регулированию выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух в периоды неблагоприятных метеорологических условий

на территории Кемеровской области" и постановление Коллегии Администрации Кемеровской области от 13.04.2005 №18 "Об утверждении Положения о порядке пользования и предоставления участков недр, содержащих месторождения общераспространенных полезных ископаемых, а также участков недр местного значения, используемых для целей строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых на территории Кемеровской области" в целях реализации полномочий органов исполнительной власти Кемеровской области в сфере недропользования.

В целях вовлечения общественности в решение экологических проблем принято распоряжение Администрации Кемеровской области от 03.04.2002 № 215-р "О проведении Дней защиты от экологической опасности в Кемеровской области".

Заместитель губернатора
Кемеровской области

В.А. Ковалев



**Руководитель Южно–Сибирского Управления Ростехнадзора
Е.Л. Резников**

**ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ШАХТЕРСКОГО ТРУДА:
ПРИЧИНЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЙ**

Состояние аварийности и травматизма

Предприятиями угольной отрасли Кузбасса в 2008 году добыто 184,5 млн. тонн угля. Прирост добычи, по сравнению с 1999 годом, увеличился почти в 2 раза, а ежегодный прирост составляет в среднем 10 млн. тонн.

К сожалению, рост объемов добычи угля сопровождается неоправданно высоким производственным травматизмом на угольных предприятиях, на которых ежегодно получают травмы различной степени тяжести сотни шахтеров, при этом несколько десятков человек гибнет.

За период с 1999 года по 2008 год в угольной отрасли Кузбасса погибло 748 человек, или в среднем по 75 горняков в год. При этом наименьшее число погибших – 32, приходится на 2008 год, а наибольшее – 198

на 2007 год. Несчастные случаи происходили преимущественно на угольных шахтах.

Такой разброс связан, в первую очередь, с количеством и масштабами аварий, произошедших на шахтах. И главным образом связанных – со взрывами метана и угольной пыли в подземных горных выработках.

Так, в 1999 году на шахтах Кузбасса произошло 4 взрыва и вспышки метана, при этом погибли 5 человек, в 2000 году 8 аварий 14 погибших, в 2001 году 5 аварий 11 погибших, в 2002 году 6 аварий, погибли 9 человек, в 2003 году 7 аварий погибли 15 человек, в 2004 году – 7 аварий, 67 погибших, в 2005 году – 6 аварий, 33 погибших, 2006 году – 5 аварий, 3 погибших, в 2007 году 6 аварий 152 погибших, 2008 году -2 аварии, погибших не было.

Всего за предыдущие 10 лет от взрывов метана и угольной пыли погибли 312 шахтеров и горноспасателей, что составляет около 50 % от общего числа погибших в шахтах за этот период. Особо тяжелые последствия имели 3 аварии допущенные в 2004 году: на шахте "Тайжина" - погибли 47 человек и в 2007 году на шахтах "Ульяновская" и "Юбилейная", в которых погибли соответственно – 110 и 39 человек. Результаты расследования данных аварий свидетельствовали, что перво- причиной аварий является газовый фактор.

Условия ведения горных работ на большинстве шахт Кузбасса по газовому фактору являются весьма тяжелыми. Все шахты Кузбасса являются опасными по газу и взрывчатости угольной пыли, 48 шахт и шахтоучастков имеют 3-ю и более высокую категорию по метану. При этом относительная метанообильность 21 шахты превышает 20м^3 на тонну добычи. Абсолютная метано - обильность 16 шахт превышает 50, а 8 шахт – $100\text{м}^3/\text{мин}$. На 15 шахтах горные работы ведутся на пластах, опасных или угрожаемых по внезапным выбросам угля и газа.

При современном уровне развития производства, применения новых технологий и высокопроизводительной техники, когда нагрузки на очистной забой достигли 10-15 тыс. т в сутки и более, риск возникновения аварий подобных "Ульяновской" остается весьма высоким и в дальнейшем, без проведения дегазации пластов, избежать подобных аварий не представляется возможным. Поэтому на шахтах Кузбасса был взят курс на дегазацию пластов угля до начала их разработки.

В настоящее время дегазационные работы ведутся на 23 шахтах. Пластовая дегазация производится на 23 выемочных участках, в том числе на 6 участках ведётся совместно с пластовой и дегазация выработанного пространства на 7 выемочных участках. Если в 2005 году пластовая дегазация производилась на 12 выемочных участках и лавах, то в настоящее время она производится на 24, т.е. за период менее чем 3 года объёмы работ по предварительной дегазации разрабатываемых пластов выросли в 2

раза, а количество шахт проводящих предварительную дегазацию разрабатываемых пластов увеличилось в 3 раза.

С помощью дегазации извлекается порядка 300 млн. м³ метана в год. Для сравнения в 90 годах прошлого столетия, когда дегазация на шахтах Кузбасса применялась эпизодически, максимально извлекалось 216млн.м³/год.

Увеличение объемов дегазации, выполнение шахтами мероприятий, по результатам расследования вышеупомянутых аварий и реализация дополнительных мер по обеспечению безопасности при угледобыче дало положительный результат.

В 2008 году удалось избежать аварий, связанных со взрывами и вспышками метана, и как результат, травмированных в подобных авариях, что позволило несколько стабилизировать ситуацию с аварийностью и травматизмом на шахтах.

В 2008 году на угольных предприятиях было допущено 777 несчастных случаев (- 331 к 2007 году), в том числе 32 смертельных. Из 32 смертельных несчастных случаев, 27 произошли на подземных горных работах шахт, 3 на поверхности (на обогатительных фабриках), 2 на открытых горных работах (на разрезах).

За 9 месяцев 2009 года допущен 471 несчастный случай (- 128 к 9 месяцам 2008 года), в том числе 22 смертельных (-8 к 9 месяцам 2008 года).

За 9 месяцев 2009 года допущено 7 аварий, в которых пострадало 17 человек (-20 к 9 месяцам 2008 года), в том числе смертельно 4 (-5 к 9 месяцам 2008 года).

Основные причины аварийности и травматизма

Основными причинами аварий и несчастных случаев на шахтах длительное время являются:

- нарушение технологии производства работ;
- несоблюдение проектной документации;
- неправильная организация производства работ;
- нарушение производственной дисциплины;
- низкий уровень производственного ведомственного контроля, которые остаются постоянными и носят системный характер.

При анализе обстоятельств аварий и несчастных случаев создается впечатление, что причины каждого такого происшествия индивидуальны, отличны друг от друга.

В одном случае – это ошибки проектировщиков, в другом – неверные решения специалистов, в третьем – нарушение технологии ведения работ или требований безопасности рядовыми работниками, в четвертом – неблагоприятное стечение непредвиденных обстоятельств и тому подобное.

Но это только на первый взгляд.

Все эти события являются следствием неблагоприятного состояния всей системы обеспечения безопасных условий труда, как на отдельных предприятиях, так и в регионе и отрасли в целом.

При этом обстановка усугубляется несоблюдением требований безопасного ведения горных работ, как со стороны инженерно – технических работников, так и исполнителей работ.

Анализ причин смертельных несчастных случаев, произошедших на шахтах за 9 месяцев 2009 года, без учета несчастных случаев произошедших в результате аварий, показал,

что основными причинами являются организационные:

- несоблюдение технологии производства работ (нарушение паспортов крепления, проектов, инструкций) – в 13 случаях;

- нарушение правил безопасности при производстве работ – в 11 случаях;

- нарушение производственной дисциплины – в 5 случаях,

при этом в 7 случаях наряд на производство работ выдавался в места не соответствующие требованиям безопасности и представляющие угрозу для жизни и здоровья людей.

Практически во всех случаях комиссии, расследовавшие причины несчастных случаев, отмечали низкий уровень производственного ведомственного контроля за выполнением требований промышленной безопасности на эксплуатируемых опасных производственных объектах со стороны должностных лиц предприятий.

Для устранения данных причин не требуется принятия каких-либо чрезвычайных мер и не требуются дополнительные финансовые затраты. Необходимо желание собственников и руководителей организаций в наведении элементарного порядка в организации и осуществлении ведомственного производственного контроля, повышения требовательности к инженерно-техническим работникам и исполнителям работ за соблюдением ими производственной и технологической дисциплины при ведении горных работ.

Направления решений

Для достижения приемлемого уровня аварийности и травматизма на шахтах Кузбасса в настоящее время не обходимо:

- продолжить увеличение объемов дегазации угольных пластов до начала их разработки, что позволит уменьшить риски возникновения крупных аварий;

- повысить требовательность в вопросах соблюдения требований безопасности к руководителям всех уровней производства и исполнителям работ, а также ужесточить ответственность за нарушения требований безопасности.

Обеспечить безопасную и безаварийную работу шахт можно только благодаря принятию действенных профилактических мер и неукоснительному соблюдению требований безопасности.

В условиях постоянного повышения производительности и энергоёмкости техники и технологии безопасное ведение горных работ становится все более сложной задачей, решение которой выходит за рамки функционирования предприятия, угольной компании, территориального управления Ростехнадзора или органа исполнительной власти региона. Необходима организация эффективного взаимодействия всех участников процесса управления для обеспечения устойчивого снижения уровня травматизма и аварийности и в этом направлении в Кузбассе много сделано и делается.

Руководитель Южно – Сибирского
Управления Ростехнадзора,
канд. техн. наук

Е.Л. Резников



**Профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой
"Аэрологии, охраны труда и природы " Кузбасского государственного технического университета**

Л.А. Шевченко

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ГАЗОВОЙ ОПАСНОСТИ ШАХТ

Кузнецкий угольный бассейн в последние годы непрерывно наращивает добычу угля в среднем около 10 млн. тонн в год. В 2007 году добыто 174, а в 2008 году уже 184 млн. тонн, что свидетельствует о ведущей роли Кузбасса как основного угледобывающего региона РФ. Это обеспечивает постоянным вводом в эксплуатацию новых шахт и разрезов оснащенных высокопроизводительной выемочной техникой, средствами транспорта и современной инфраструктурой.

Вместе с тем повышение темпов угледобычи подземным способом сопряжено с потенциальным ростом вероятности аварийных ситуаций в шахтах, так как возрастает газообильность очистных забоев, уровень которой неразрывно связан с увеличением глубины горных работ и, что еще более ощутимо, с постоянно растущей производительностью выемочной техники. Переход большинства шахт на работу с одним-двумя забоями, оборудованными комплексами, способными давать в сутки 10–15 тыс. тон угля создал новые проблемы в управлении газовым режимом шахт и организации вентиляции выемочных участков, решение которых требует, соот-

ветственно, и новых подходов как с технической, так и с организационной точек зрения.

Как показывает практика, наиболее тяжелые аварии с большим количеством несчастных случаев со смертельным исходом происходят именно при взрывах метановоздушной смеси в горных выработках, чему способствует интенсивное выделение метана из массива при больших скоростях подвигания очистного забоя на недегазированный массив. Во избежание загазований очистного забоя приходится останавливать работу комбайна, так как срабатывают датчики автоматической газовой защиты, а это, в свою очередь, снижает коэффициент машинного времени и приводит к длительным простоям, потере добычи, и снижению прочих экономических показателей.

Количество зарегистрированных загазований очистных забоев на шахтах Кузбасса неуклонно растет. Так в 2003 году их было 194, в 2004 – 255, в 2007 – 479, в 2008 – 511, а количество местных и слоевых скоплений метана в пределах очистного забоя, тупиковых выработок и на сопряжениях практически не поддается учету в полном объеме.

Однако даже при наличии средств автоматической газовой защиты любого типа из числа применяемых в Кузбассе нет полной гарантии взрывобезопасности шахтной атмосферы, поскольку телеметрический контроль содержания метана осуществляется лишь в определенных точках вентиляционной сети, как правило не характерных для опасных газовых скоплений. В тех же зонах, где такие концентрации вероятнее всего могут возникнуть, датчики, как правило отсутствуют. При этом на участок может подаваться количество воздуха в полном соответствии с расчетом и даже с его превышением на 10–15%. Все расследования серьезных аварий последних лет, связанных со взрывами метановоздушной смеси показали, что фактическое количество воздуха всегда превышало расчетное на 10% и более, однако взрывы все равно произошли.

Особо следует отметить негативную роль таких трудноуправляемых газовых коллекторов как выработанные пространства, опасность которых многократно возрастает при первичной посадке основной кровли особенно в труднообрушаемых межпластовых толщах, хотя и в дальнейшем при установившемся шаге посадки определенная опасность так же присутствует особенно при наличии в завале очагов высоких температур.

Из всего вышеизложенного следует, что основной опасностью при подземной добыче угля является метан, негативная роль которого в дальнейшем будет только возрастать. Это уже создало серьезные противоречия между потенциальными возможностями выемочной техники нового поколения и лимитирующим влиянием газового фактора, которое по мере увеличения глубины горных работ будет только усугубляться.

Детальный анализ причин двух серьезных аварий, произошедших в Кузбассе в последние годы показывает, что за целым рядом нарушений,

сознательно допускаемых работниками шахт и попадающих в разряд организационных, стоит главная техническая причина – отсутствие должной подготовки угольного пласта к высокоскоростной выемке, а именно его дегазации. Совершенно очевидно, что без дегазации угольных пластов подобные аварии будут происходить и в дальнейшем.

Правительственная комиссия, расследовавшая последствия этих аварий в 2007 году, приняла решение о необходимости применять предварительную дегазацию угольных пластов до начала их разработки с таким расчетом, чтобы к моменту начала очистных работ остаточная газоносность составляла не более $9 \text{ м}^3/\text{т}$. Шахты, не выполняющие данное требование, будут обязаны поддерживать нагрузки на лаву, обратно пропорционально значениям абсолютной газообильности очистного забоя.

С 2007 года это требование являлось обязательным для угольных шахт Кузбасса и многие уже приступили к его реализации. В настоящее время дегазация ведется на 28 шахтах области, из 35, где она должна проводиться.

Процесс дегазации угольного пласта, не разгруженного от горного давления, является довольно сложным и протекает в каждом пласте по-разному. Следовательно, для составления проектов дегазации необходимо знать конкретные газодинамические характеристики данного пласта, а их можно получить только путем эксперимента. Именно этот путь должен быть приоритетным на данном этапе поскольку позволяет более точно рассчитать время, необходимое для извлечения метана из пласта до заданного уровня остаточной газоносности. Все ранее рекомендованные осредненные показатели для целых месторождений и даже бассейнов, как правило, дают погрешности до сотен процентов и не могут использоваться при проектировании.

Не вдаваясь в методику экспериментального определения газодинамических параметров массива отметим лишь, что процесс дегазации угольных пластов, не разгруженных от горного давления является весьма длительным во времени и довольно затратным, так как требует большого объема буровых работ, в том числе бурения скважин с поверхности станками направленного бурения, однако такая практика уже длительное время используется в ряде передовых угледобывающих стран.

Необходимо помнить, что кроме искусственной дегазации скважин существует и естественная дегазация, максимальный эффект которой может быть получен при грамотном составлении технологических карт на разработку конкретного пласта, особенно в условиях его сближенного расположения в свите или разделения на несколько слоев.

Исследованиями проведенными ГУ КузГТУ на шахтах Прокопьевска и Междуреченска доказано, что соотношение абсолютной газообильности очистных забоев первого и последнего слоев колеблется от 3,5 на пологом падении до 6,5 на крутом. В таких случаях самая тяжелая газовая ситуация

складывается при выемке первого слоя. Изменение порядка обработки слоев в пласте может привести к снижению этих соотношений в 2 раза и более. Существенное влияние здесь также может оказывать и длина лав, размеры выемочных столбов по простиранию, скорость и направление их отработки, способы и схемы проветривания и др.

Каждое из вышеупомянутых направлений в отдельности, а тем более в рациональных сочетаниях могут дать значительный эффект в решении вопросов безопасности в угольных шахтах при безусловном приоритете предварительной дегазации угольных пластов. Наибольший результат может быть достигнут при максимально полном учете особенностей каждого месторождения и разработке нормативных актов для конкретных условий Кузбасса, поскольку отраслевые нормативы федерального уровня не обеспечивали необходимой гарантии безопасности горных работ, а многие из них либо просто устарели морально, либо не имеют юридической силы.

В связи с этим в Кузбассе в 2007–2008 годах инициативной группой ученых и работников производства были разработаны проекты законов Кемеровской области "О промышленной безопасности угольных шахт", "Об усилении ответственности за нарушение условий безопасности и охраны труда в организациях угольной промышленности" а также, Инструкции по дегазации угольных шахт Кузбасса, Инструкции по борьбе с пылью и пылевзрывозащите на угольных шахтах Кузбасса, Инструкции по расчету количества воздуха для проветривания угольных шахт Кузбасса и других правовых и нормативных актов. Основные положения этих документов максимально приближены к горно-геологическим условиям Кузбасса, более полно учитывают тектонику месторождения, особенности залегания угольных пластов, их фильтрационные свойства и особенности формирования газового баланса выемочных участков, присущие каждой системе разработки, применяемой в Кузнецком угольном бассейне. Подобный подход соответствует духу Федерального закона "О техническом регулировании" в части создания технических регламентов по конкретным технологическим процессам с максимальной гарантией безопасности. Именно такой подход следует считать перспективным на данном этапе.

В заключении необходимо отметить, что наряду с грамотным технически решением по обеспечению комплекса мер, направленных на безопасность горных работ, первостепенное значение имеет жесткая производственная дисциплина на всех уровнях управления предприятием и высокая квалификация инженерных кадров. В этом плане исключительно важная роль принадлежит органам государственного надзора за работой организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, в частности Южно-Сибирскому управлению Ростехнадзора России. За последний год с приходом нового руководства резко повысилась эффективность надзорной деятельности данной структуры лишенная компромиссов и в полной мере использующей свои полномочия, предоставленные государством. Немало-

важное значение имеет также и периодичность обучения и аттестации инженерных кадров среднего и высшего звена, работающих на опасных производственных объектах, как обязательное квалификационное требование к руководителям любого уровня. Надо отметить, что существенный вклад в эту работу вносит и Кузбасский государственный технический университет, где проходят повышение квалификации, обучение по охране труда и промышленной безопасности руководители и специалисты горных предприятий.

В результате реализации комплекса организационных и технических мероприятий в последние два года резко снизился производственный травматизм в угольной отрасли, в том числе смертельный и наша задача сохранить эту тенденцию в дальнейшем.

Профессор, д.т.н.,
Зав. кафедрой "Аэрологии,
охраны труда и природы"

Л.А. Шевченко



**Профессор, доктор экономических наук
кафедра "Отраслевая экономика" Кузбасского
государственного технического университета
Г.С. Трушина**

ВЛИЯНИЕ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА РЫНОК ТРУДА КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Угольная промышленность Кузбасса является градообразующей таких городов как Новокузнецк, Ленинск-Кузнецкий, Белово, Киселевск, Прокопьевск, Междуреченск, Осинники, Анжеро-Судженск, Березовский. Списочная численность работников угольной промышленности на 01.07.2009г. составляла 11,1% от общей численности работающих в Кузбассе.

По данным ежемесячного сборника "Угольная промышленность Кузбасса" и Территориального органа Федеральной службы государственной статистики Кемеровской области в 2009 г. наблюдается уменьшение объема производства практически во всех отраслях производства (таблица).

Таблица. Индексы производства по видам экономической деятельности

	Январь-июль 2009 г. в %к	Июль 2009г., в %к	
		июню	июлю
добыча топливно-энергетических полезных ископаемых	94,6	101,9	105,4
добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических	97,3	109,4	109,2
Обрабатывающие производства	68,4	114,9	86,4
производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	100,7	93,2	100
текстильное и швейное производство	36,8	97,5	37,5
производство кожи, изделий из кожи и производство обуви	89,4	86,7	92,6
обработка древесины и производство изделий из дерева	90,2	84,1	84,1
и полиграфическая деятельность	103,5	113,9	91,7
производства кокса, нефтепродуктов	76,9	119,7	91,5
химическое производство	76,3	103,4	94,6
производство резиновых и пластмассовых изделий	66	82,3	в 3,7
производство прочих неметаллических минеральных продуктов	57	110	57,1
металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	74,4	123,9	106,2
Производство машин и оборудования	30,9	149,8	40,8

В угольной промышленности темпы снижения добычи угля ниже, чем в других отраслях промышленности. Однако, снижение добычи угля сопровождается сокращением численности трудящихся. Максимальная среднесписочная численность рабочих по добыче угля в марте составляла 83898 человек, а в декабре уменьшилась на 1906 человек или на 2,3% (см. рисунок).

По данным Департамента труда и занятости населения Кемеровской области напряженность на рынке труда незанятых граждан в Кемеровской области за первый квартал 2009г. увеличилась на 0,46 или на 20,2% . Темпы роста численности незанятых граждан, состоящих на учете в службе занятости (170,5%), превышали темпы роста вакансий (141,9%) на 28,6%. Наиболее высокая напряженность наблюдается на рынке труда угледобывающих предприятий. Так, на 01.01. 2008г. спрос на горнорабочих превышал предложение на рынке труда и на одну вакансию предлагалось лишь 0,78 незанятых граждан, а на 01.04. 2009г. на 1 вакансию предлагалось уже 23,7 незанятых граждан на 01.07.2009 она несколько снизилась и составила 15 чел. на одну вакансию.

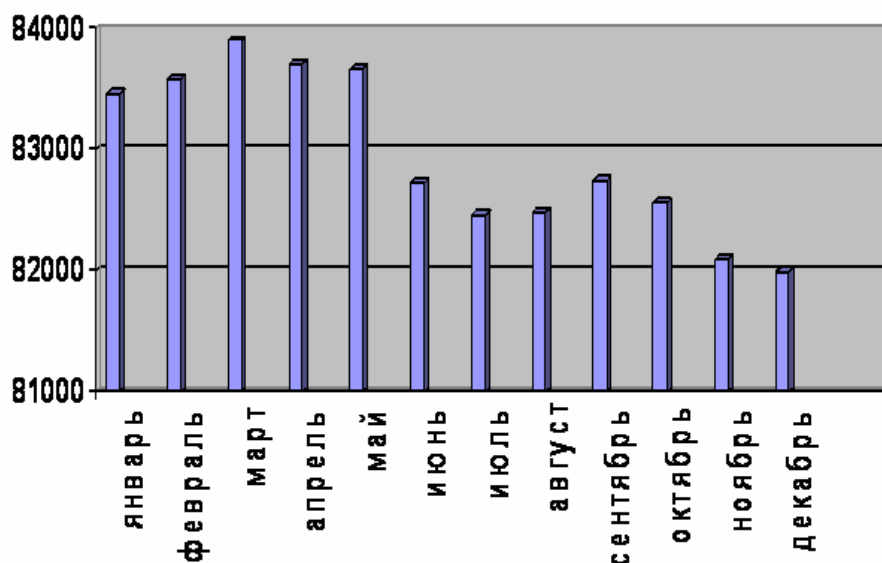


Рис. Динамика среднесписочной численности рабочих по добыче угля в 2008 году

С начала 2009г. на областном рынке труда отмечены существенные изменения, как в масштабе безработицы, так и в качестве наемной рабочей силы, скапливающейся на бирже труда. Показатель уровня безработицы возрос с 2 до 3,6% к численности трудоспособного населения. Значительное увеличение численности безработных на конец августа 2009г. зафиксировано в г. Полысаево (в 2,4 раза), г. Прокопьевске (2,1 раза), г. Мыски (вдвое), г. Междуреченске (в 1,9 раза).

Обращение граждан в службу занятости бывших работников угольной отрасли, уволенных в связи с ликвидацией предприятий, уменьшилось. Тем не менее, на начало сентября состояли на учете около 1,5 тысячи человек. Основная часть свободной рабочей силы на угольном рынке труда формировалась в городах Березовский, Киселевск, Междуреченск, Прокопьевск и Беловском районе. В числе безработных не только граждане, которые работали по основным рабочим профессиям, но и инженеры, экологи, пенсионеры по инвалидности, швеи, повара, врачи. Например в центре занятости г. Междуреченска на учете состояли 137 подземных электрослесарей, которые имели только начальное профессиональное образование. Низкая квалификация предложения трудовых ресурсов при отсутствии спроса способствует созданию потенциала застойной безработицы.

В 2008-2009гг. многие предприятия вынуждены были работать не на полную мощность. В организациях используется режим неполной занятости. Число обращений граждан с целью поиска дополнительного заработка и работы по совмещению постоянно увеличивается. Проблема поиска вакансий и создания дополнительных рабочих мест была решена Правительством Российской Федерации – региону выделены федеральные субсидии

на организацию дополнительных временных рабочих мест в размере 1258,1 млн. рублей.

Служба занятости постоянно осуществляет воздействие на процесс движения рабочей силы на отраслевых рынках труда. Специалисты службы выезжают на предприятия, проводят предувольнительные консультации, приглашают работодателей на специальные ярмарки, встречи, совещания. Создание дополнительных рабочих мест ведется совместными усилиями службы, работодателей и органов управления.

В соответствии с законодательством о занятости безработные получают новую профессию или содействие в организации собственного дела. Традиционные направления деятельности службы занятости для бывших работников угольной отрасли пока не являются особо привлекательными. Очевидной стала негативная тенденция – длительное ожидание вакансий именно в угольной отрасли и отказ от переобучения и регистрации самозанятости. Однако, в последние годы пожелали получить новые знания и трудоустроиться более 1,5 тысячи бывших работников угольной отрасли. Нашли новое рабочее место самостоятельно или с помощью службы занятости с 2000г. около 11,5 тысяч безработных шахтеров и членов их семей.

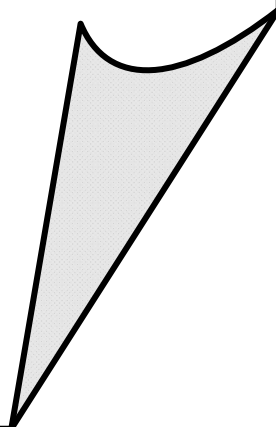
В текущем году обвала рынка труда удалось избежать. По прогнозу в целом по всем отраслям ожидается высвобождение по причине сокращения штата или ликвидации организации около 27 тысяч работников. Угольная отрасль не определяет положение на рынке труда, хотя и может считаться неким фактором дестабилизации. За половину года было уволено 1,9 тыс. человек. Каждый десятый работник находился в режиме неполной занятости. Доля сокращений из отрасли к общему числу по прогнозу 2009 на 01.07.2009 фактически составляет около 7% и по прогнозу 2009г. не может резко увеличиться до конца года. Объем добычи угля постепенно увеличивается, существенно увеличился спрос на энергетический уголь. В Кузбассе за январь-август 2009 г. добыча угля составила 100 млн т, общий годовой объем добычи угля может составить 170 млн т. Введены в эксплуатацию шахты: "Южная", "Байкаимская", 2 обогатительные фабрики, в конце года предполагается закончить строительство шахты "Распадская-Коксовая" и разрезов "Купринский", "Инской", им. Черемнова с созданием новых рабочих мест.

Профессор, д.э.н.,
каф. "Отраслевая экономика"

Г.С. Трушина

СЕКЦИЯ

**ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**



УДК 622.864:614.8.01(571.17)

*Л.А. ШЕВЧЕНКО, проф., д.т.н.,
М.В. ШЕВЧЕНКО, ст. преподаватель
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ (обзор)

Состояние производственного травматизма на угольных предприятиях Кузбасса характеризуется за последние два года сокращением количества травм, особенно смертельных, как в абсолютных, так и в относительных показателях, при этом рост угледобычи в области неуклонно растет. Так, если в 2007 году было 200 несчастных случаев со смертельным исходом, то в 2008 – 39, а за восемь месяцев 2009 года – 25.

Анализ показывает, что значительную долю в этих цифрах составляют случаи группового поражения работающих с числом пострадавших от двух-трех до нескольких десятков человек. Как правило это имеет место при взрывах метановоздушной смеси в горных выработках. Так в 2007 году при взрывах погибли более 150 человек из 200 по всем шахтам Кузбасса. Другие причины травматизма со смертельным исходом приносят, как правило, одиночные случаи, происходящие при более широком спектре аварийных ситуаций. Данное обстоятельство заставляет рассматривать фактор безопасности шахтной атмосферы, как важнейшее направление научных исследований на данном этапе, поскольку его актуальность со временем будет только возрастать.

Детальный анализ причин аварий и несчастных случаев на шахтах и разрезах Кузбасса показывает, что в их структуре определяющее место занимают организационные факторы, напрямую зависящие от действий персонала, доля которых по данным разных исследователей колеблется от 70 до 90 %. Это определило максимальную концентрацию усилий в решении этой проблемы именно на разработке методик снижения рисков тяжелых аварий и групповых несчастных случаев, основанных на оптимизации управления промышленной безопасностью опасных производств.

Одним из таких направлений является разработка методики снижения риска травм и аварий на угольных шахтах путем стандартизации производственного процесса, заключающейся в согласовании всех операций в каждой технологической цепочке, переходе на суточное планирование и ресурсное обеспечение [1]. В основу данной методики положена целесообразность использования стандартов для уменьшения величины отклонения параметров технологических процессов от заданных значений. Показано, что вероятность возникновения аварийной ситуации напрямую зави-

сит от величины отклонения от параметров технологического процесса, которая не должна превышать 5–7 %, что является приемлемым уровнем риска в данных условиях.

Другие исследователи считают, что для обеспечения безопасности ведения горных работ важно максимально полно выявлять и регистрировать инциденты на опасных производственных объектах, как предвестники аварий и своевременно их устранять, поскольку вероятность аварии прямым образом зависит от количества инцидентов, способствующих их возникновению. В диссертационной работе Ю.Б. Шлимовича [2] эффективность мероприятий по промышленной безопасности ставится в прямую зависимость от деятельности производственного контроля на упреждение аварий и травм на основе использования информации о выявленных инцидентах на горном предприятии. Предложен интегральный критерий уровня промышленной безопасности, который представляет собой отношение объема производства к сумме выявленных инцидентов и сформулировано понятие норматива промышленной безопасности, разработаны методики его определения.

Надо отметить, что этого также требует и Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" (ст.12) и "Положение о техническом расследовании аварий на опасных производственных объектах", утвержденное Постановлением Госгортехнадзора РФ № 40 от 08.06.99.

Ряд исследователей КузГТУ в основу обеспечения безопасности положили двухуровневый подход к управлению охраной труда и промышленной безопасностью. К первому относится соблюдение государственных технических требований и норм, гарантирующих минимальный риск проявления опасных факторов, разработка методик количественной оценки эффективности управления охраной труда и промышленной безопасностью, ко второму – прогнозирование проявлений всех возможных опасностей, инцидентов и аварий, выбор технических решений, достаточных для их предотвращения [3].

Представители научного направления, сформировавшегося в НЦ ВостНИИ считают, что целью совершенствования системы управления персоналом является создания для каждого работника таких условий его деятельности, которые формировали бы интерес к безопасной производительной и слаженной работе. В качестве принципов самоорганизации системы хозяйственного управления приводятся дисциплина и инициатива, авторитарность, ответственность, согласование интересов, специализация. Последнее особенно важно, в связи, с чем в Российской Федерации создана система подготовки кадров в области промышленной безопасности и их периодическая аттестация [4].

Немаловажное значение для обеспечения промышленной безопасности в горной отрасли имеют также показатели технического использования и технической готовности горно-транспортного оборудования, увеличение его ресурса, а также квалификация ремонтного персонала. В частности на открытых горных работах в северных районах страны повышения уровня безопасности и экономической эффективности экскаваторно-автомобильного комплекса обеспечивается увеличением грузоподъемности автосамосвалов, их оперативным распределением по экскаваторам с учетом анализа информации о производственно-технических, горно-геологических, природно-климатических и социально-экономических условий производства и непрерывным контролем над меняющейся ситуацией на участке горных работ [5].

Значительный вклад в решение проблемы безопасности горных работ внесли представители Уральской научной школы под руководством В.А. Галкина. Так в работе [6] разработана концепция приемлемого риска с учетом факторов ранее не учитываемых: экономических, политических и социальных, а также финансово-экономического состояния предприятия. При этом приемлемый риск рассматривается как категория, содержащая экономическую и вероятностную составляющие. Экономическая составляющая риска рассчитывается на уровне предприятия, а вероятностная – на уровне технологического процесса. Данный подход значительно расширил базу для принятия эффективных решений, поскольку учитывает большее число входящих параметров, как прямо, так и косвенно влияющих на безопасность труда.

В дополнение к приведенному краткому обзору различных концепций по обеспечению промышленной безопасности на опасных производственных объектах необходимо отметить еще одно важнейшее направление в решении данной проблемы - периодическое обучение руководителей различных уровней и их аттестацию в соответствующих аттестационных комиссиях. Это обеспечивает постоянное поддержание уровня знаний и компетентности персонала в рамках их должностных обязанностей и объективно способствует снижению травматизма и аварийности на горных предприятиях. Сейчас трудно рассчитать точную долю этого фактора за последние 2–3 года по Кузбассу, но в резком снижении уровня травматизма со смертельным исходом за этот период (со 181 за 9 месяцев 2007 года до 25 за тот же период в 2009 году) вполне определенно есть существенная доля, обусловленная реализацией жесткой системы предаттестационной подготовки специалистов горных предприятий, контроль за которой четко осуществляет Южно-Сибирское управление Ростехнадзора РФ.

В заключение необходимо отметить, что проблема безопасности жизнедеятельности опасных производственных объектов вообще, и горных предприятий в частности, является весьма многоплановой и многоуровневой и ее решение требует комплексного подхода, при этом

основное направление усилий, безусловно должно быть направлено на комплекс организационных мер и, в первую очередь, на человека, работника, его компетенцию, квалификацию, самодисциплину и личную заинтересованность в безаварийной работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.П. Баскаков методика снижения риска травм и аварий на угольных шахтах путем стандартизации производственного процесса. Автореферат канд. дисс. – М. – ИПКОНРАН. – 2009. – 18 с.
2. Ю.Б. Шлимович Разработка научно-методического обеспечения производственного контроля промышленной безопасности на предприятиях угледобывающей отрасли. Автореферат канд. дисс. Челябинск. 2001. – 22 с.
3. Методические рекомендации по совершенствованию системы управления охраной труда и промышленной безопасностью на угольных шахтах и разрезах. – Кемерово, ГУ КузГТУ. 2008. – 72 с.
4. А.Ф. Павлов, В.И. Храмцов, И.А. Шундулиди, В.А. Ширяев Совершенствование управления персоналом угольного предприятия. – Кемерово, НЦ ВостНИИ. 2005. – 50 с.
5. С.Н. Зарипова Обеспечение безопасного функционирования экскаваторно-автомобильного комплекса угледобывающих предприятий. Автореферат докт. дисс. – Кемерово, ГУ КузГТУ. – 2008. – 42 с.
6. И.Л. Кравчук Теоретические основы и методы формирования системы обеспечения безопасности производства горнодобывающих предприятий. Автореферат докт. дисс. М., МГГУ. – 2001 г. – 48 с.

УДК 622.831

*В.В. ДЕМИН, к.т.н., ведущий инженер
Карагандинский государственный технический университет
Республика Казахстан, г. Караганда*

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ГЕНЕРИРОВАНИЮ ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ГОРНОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Технологическая схема представляет собой определенное пространство, где протекают взаимосвязанные во времени процессы с различным функциональным содержанием, соответствующим элементам подсистемы. При этом основой декомпозиции подсистемы на элементы является пред-

посылка их пространственной и технологической обособленности и концентрации в одном элементе общих функций, предназначенных для выполнения одного или нескольких рабочих процессов.

Горная выработка является подсистемой с элементами, характеризующими её технические и конструктивные признаки: сечение, вид подрыжки боковых пород, способы проведения и охраны, использование различных наборов оборудования [1]. Разработка прогрессивной технологической схемы проведения горной выработки включает анализ характера матрицы влияющих факторов. Классификационные признаки такой матрицы отражают агрегатное состояние извлеченной горной массы, параметры ведения горных работ (рисунок 1).

Классификационные признаки	
1.	Агрегатное состояние извлеченной горной массы $\{a_1, \dots, a_2\}$ (уголь, порода)
2.	Схема проведения $\{a_1, \dots, a_6\}$
3.	Пространственное расположение $\{a_7, \dots, a_{22}\}$
	Способы и средства крепления $\{a_{23}, \dots, a_{34}\}$
	Способы и средства механизации процессов отбойки, транспорта отбитой горной массы, схемы работы средств механизации $\{a_{34}, \dots, a_{52}\}$
	Способы и средства искусственного воздействия на горный массив в окрестностях забоя $\{a_{53}, \dots, a_{55}\}$
	Способы и средства монтажно-демонтажных работ $\{a_{56}, \dots, a_{59}\}$
	Способы и схемы проветривания $\{a_{60}, \dots, a_{62}\}$

Рисунок 1 - Классификационные признаки матрицы влияющих факторов

Технологические элементы подсистемы проведения горных выработок следующие: A_1 – способ проведения горной выработки: $\dot{a}_{1.1}$ – механический (комбайновый сплошного действия); $\dot{a}_{1.2}$ – механический с гидрорезанием; $\dot{a}_{1.3}$ – механогидравлический; $\dot{a}_{1.4}$ – комбайнами избирательного действия; $\dot{a}_{1.5}$ – гидравлический; $\dot{a}_{1.6}$ – буровзрывной; $\dot{a}_{1.7}$ – механический безвзрывной; $\dot{a}_{1.8}$ – отбойные молотки; \dot{A}_2 – схема возведения временной предохранительной крепи: $\dot{a}_{2.1}$ – без временной крепи; $\dot{a}_{2.2}$ – с немеханизированной оградительного типа; $\dot{a}_{2.3}$ – с немеханизированной крепью у забоя поддерживающего типа; $\dot{a}_{2.4}$ – с механизированной временной проходческой предохранительной крепью; A_3 – место возведения

постоянной крепи: $\dot{a}_{3.1}$ – полностью у забоя выработки; $\dot{a}_{3.2}$ – у забоя выработки с установкой промежуточных рам; $\dot{a}_{3.3}$ – с отставанием от забоя; $\dot{a}_{3.4}$ – за проходческим комбайном; \dot{A}_4 – способ возведения постоянной крепи: $\dot{a}_{4.1}$ – крепление с отставанием от забоя с применением механизированной временной проходческой предохранительной крепи; $\dot{a}_{4.2}$ – крепление с отставанием от забоя с применением немеханизированной временной проходческой предохранительной крепи; $\dot{a}_{4.3}$ – крепление у забоя механизированным способом; $\dot{a}_{4.4}$ – крепление у забоя вручную; \dot{A}_5 – схема проведения выработки: $\dot{a}_{5.1}$ – обычная; $\dot{a}_{5.2}$ – специальная по не устойчивым породам; $\dot{a}_{5.3}$ – специальная по газоносному пласту; $\dot{a}_{5.4}$ – специальная по выбросоопасному пласту; $\dot{a}_{5.5}$ – специальная по водообильным породам; \dot{A}_6 – форма сечения выработки: $\dot{a}_{6.1}$ – арочная; $\dot{a}_{6.2}$ – трапецевидная; $\dot{a}_{6.3}$ – прямоугольная; \dot{A}_7 – тип постоянной крепи выработки: $\dot{a}_{7.1}$ – металлическая рамная; $\dot{a}_{7.2}$ – анкерная; $\dot{A}_{7.3}$ – комбинированная); \dot{A}_8 – характер присечки боковых пород: $\dot{a}_{8.1}$ – в кровле; $\dot{a}_{8.2}$ – в почве; $\dot{a}_{8.3}$ – комбинированная; \dot{A}_9 – способ транспортировки горной массы: $\dot{a}_{9.1}$ – гидравлический; $\dot{a}_{9.2}$ – ленточные конвейера; $\dot{a}_{9.3}$ – грузо-людские ленточные конвейера; $\dot{a}_{9.4}$ – самоходные вагоны и погрузочно-доставочные машины; $\dot{a}_{9.5}$ – скребковые конвейера; \dot{A}_{10} – способ охраны подготовительных выработок: $\dot{a}_{10.1}$ – бесцеликовые с крепью усиления; $\dot{a}_{10.2}$ – породные охранные полосы; $\dot{a}_{10.3}$ – литые жесткие охранные полосы; $\dot{a}_{10.4}$ – комбинированные полосы; $\dot{a}_{10.5}$ – целики полезного ископаемого; \dot{A}_{11} – характер проведения спецмероприятий: $\dot{a}_{11.1}$ – укрепление неустойчивых вмещающих пород; $\dot{a}_{11.2}$ – осушение пласта и вмещающих пород; $\dot{a}_{11.3}$ – повышение несущей способности крепи; $\dot{a}_{11.4}$ – противовыбросовые мероприятия; \dot{A}_{13} – характер размещения раскоски: $\dot{a}_{13.1}$ – двухсторонняя; $\dot{a}_{13.2}$ – односторонняя; $\dot{a}_{13.3}$ – разделённая по возведению во времени; \dot{A}_{14} – схема выполнения основных процессов и операций: $\dot{a}_{14.1}$ – цикличная; $\dot{a}_{14.2}$ – циклично-поточная; $\dot{a}_{14.3}$ – поточная; \dot{A}_{15} – ширина забоя при проведении горной выработки: $\dot{a}_{15.1}$ – узким забоем с валовой выемкой; $\dot{a}_{15.2}$ – узким забоем с селективной выемкой угля породы; $\dot{a}_{15.3}$ – узким забоем; $\dot{a}_{15.4}$ – парными узкими с охранными целиками; $\dot{a}_{15.5}$ – парными забоями охранными сооружениями; $\dot{a}_{15.6}$ – широким забоем; \dot{A}_{16} – способ проветривания: $\dot{a}_{16.1}$ – за счёт об-

щешахтной депрессии; $\dot{a}_{16.2}$ – ВМП или эжекторы; \dot{A}_{17} – способ погрузки горной массы: $\dot{a}_{17.1}$ – проходческими комбайнами; $\dot{a}_{17.2}$ – проходческими комбайнами и погрузочными машинами; $\dot{a}_{17.3}$ – погрузочными машинами; $\dot{a}_{17.4}$ – погрузочно-доставочными машинами; \dot{A}_{18} – способ перегрузки горной массы на транспортные средства: $\dot{a}_{18.1}$ – отсутствует; $\dot{a}_{18.2}$ – перегружатель прицепной; $\dot{a}_{18.3}$ – перегружатель подвесной; $\dot{a}_{18.4}$ – бункер-перегрузатель; \dot{A}_{19} – способ доставки людей, материалов: $\dot{a}_{19.1}$ – грузопассажирские конвейеры; $\dot{a}_{19.2}$ – рельсовый; $\dot{a}_{19.3}$ – канатная; $\dot{a}_{19.4}$ – безрельсовый; $\dot{a}_{19.5}$ – монорельсовый.

Расчеты показывают, что реализация предлагаемого подхода обеспечивает экономический эффект при разработке пласта K_{10} в условиях шахты им. Кузембаева УД АО "Арселор МитталТемиртау" при размерах выемочного поля 3,0х1,0 км и запасах 700 тыс. т – 41 тенге на 1 т промышленных запасов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Т.В. Демина Разработка имитационной модели системы обеспечения безопасности производственных процессов в очистных забоях с высокой нагрузкой по критерию "безопасность горных работ" // Известия ВУЗов. № 6, 2005, С. 44 – 47.

УДК 622.831

*Т.В. ДЕМИНА, к.т.н., ст. преподаватель
Карагандинский государственный технический университет
Республика Казахстан, г. Караганда*

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПОДСИСТЕМЫ "ГОРНО-ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ"

To determine an optimal scheme in the subsystem “drifting mining workings” there is formed “A method of analysis and synthesis of technological schemes of mining-and-preparatory operations and its realization program module” (intellectual property object), permitting to obtain the efficiency.

Исследования направлены на создание элементов информационной системы для выбора оптимальных технологических схем горно-подготовительных работ для шахт Карагандинского угольного бассейна.

При формализованном решении задачи каждая выработка представляется в виде множества входных характеристик (качественных и количественных), которое по определенным правилам (алгоритмам) преобразуется во множество её выходных характеристик

$$G_i = \{Z_{ij}\} = f(E_i = \{x_{ik}; x_{il}; x_{im}; x_{in}\}), \quad (1)$$

где G_i – множество выходных характеристик i -й выработки;

Z_{ij} – значение j -й выходной характеристики i -й выработки;

E_i – множество входных характеристик i -й выработки;

x_{ik}, l, m, n – значение $i (k, l, m, n)$ -й входной характеристики i -ой выработки;

k – индекс "собственных" характеристик;

l – индекс характеристик, отражающих связи с системой разработки;

m – то же со схемой подготовки выемочного поля;

n – то же со схемой вентиляции.

Горная выработка также выступает в качестве подсистемы с элементами, характеризующими её технические и конструктивные элементы: сечение, вид подрывки боковых пород, способы проведения и охраны и т.п. В каждой технологической схеме возможно использование различных наборов оборудования. Такая двухуровневая система позволяет, пользуясь единым методическим подходом, решать разные по масштабу задачи и предоставляет возможности для агрегирования модели. Разработка прогрессивной технологической схемы проведения горной выработки включает анализ характера матрицы влияющих факторов. Классификационные признаки такой матрицы отражают агрегатное состояние извлеченной горной массы, параметры ведения горных работ. Сущность рекомендуемой методики синтеза оптимальных технологических схем горно-подготовительных работ заключается в определении таких качественных и количественных параметров технологической схемы, которые обеспечивают экстремум совокупного критерия эффективности при ограничениях на применение элементов по горно - геологическим и технологическим условиям с соблюдением требований ПБ, ПТЭ и экологии, и состоит из блоков алгоритмов.

Для создания математической модели подсистемы с учетом каждого из слагающих ее элементов $X_{n, \theta}$, с оценкой по специально выбранным локальным критериям R_t , с учетом их весомости d_t , формируется функция цели $J_{b,p}$:

$$J_{t,c}^{\max(\min)} = \text{extr} \left\{ \sum_{t=1}^n R_t \cdot d_t \right\}, \quad (2)$$

где $R_t (t = 1, 2, \dots, n)$ - составляющие по критериям R_1, R_2, \dots ; при $\sum_{t=1}^n d_t = 1$.

Каждому элементу подсистемы соответствует свой набор управляемых переменных. Оценка технологических схем $\mu_j \in M_\delta(L)$ производится оптимизацией их критерия адаптации:

$$J(\mu_j) = \prod_{i=1}^{19} J_i(\mu_j, \bar{Y}) \rightarrow \max \quad (3)$$

Блок 3: синтез оптимальных управляемых подсистем. Любому варианту $\mu_i \in M_\delta(L)$ поставлена в соответствие задача оптимизации параметров процессов подсистемы:

$$G = (\min, \max) D, B, B_{(t)} \int_{t_j}^{t_{j+1}} F(\Theta(\bar{A}), \Theta(D), \Theta(B), \Theta(B_{(t)}), t) dt. \quad (4)$$

По уровням технологической схем необходимо определить такой вариант $\mu_0 \in M_\delta(L)$ с оптимальными параметрами, который обеспечивает экстремум значения вектора управляемых характеристик подсистемы.

При выборе оптимальной технологической схемы устанавливается такой вариант, который обеспечивает минимальное приращение критерия оптимальности на всех $(p-1)$ частных диапазонах t_j , где $j = 1, 2, \dots, p-1$. При сравнении всех ΔR_j ($j = 1, 2, \dots, p$) определяется $\Delta R_k \rightarrow \min$ для диапазона t_j , который и принимается при синтезе схем как оптимальный.

Представленный методический подход рекомендован к генерированию оптимальных технологических схем горно-подготовительных работ для условий отработки угольных пластов.

Интерфейс результатов расчета выбора оптимальных элементов технологических схем приведен на рисунке 1.

Для автоматизации расчетов по представленному методическому подходу и алгоритму разработана интерактивная информационная система на языке визуального программирования Delphi 6.0 с использованием метода быстрого проектирования RAD в виде интерфейсного модуля [1], реализованного в "Методике анализа и синтеза технологических схем очистных работ и программном модуле ее реализации.

Файл Расчет Знания Графика Помощь				
Результат				
№	Элемент	Подэлемент	Обозначение	Уверенность
1	Расположение очистного забоя относительно элементов залегания пласта	по падению	x1,2	1,00
2	Длина очистного забоя	с длинными очистными забоями	x2,1	1,00
3	Расположение подготовительных выработок относительно пласта	пластово-полевое	x3,3	1,00
4	Порядок и направление отработки выемочных столбов при различных способах подготовки	при погоризонтной	x4,3	0,50
5	Последовательность проведения подготовительных выработок относительно подвижного фронта очистных работ	последовательное(раздельное)	x5,1	1,00
6	Ширина и совместимость забоев проводных подготовительных выработок	узким забоем при сплошных системах разработки (или комбинированных)	x6,2	0,83
7	Способы охраны выемочных выработок (в т.ч. в зонах опорного давления)	целиками угля	x7,1	1,00
8	Схема проветривания выемочного участка	прямоточное с подвеживанием	x8,1	1,00
9	Способ выемки угля в очистном забое	узкозахватными комбайнами	x9,2	0,60
10	Тип транспорта угля по участковому выбокам(конвейерный)	телескопическими ленточными конвейерами	x10,3	1,00
11	Тип перегрузочного пункта с участкового на магистральный транспорт	с горным бункером	x11,2	1,00
12	Тип вспомогательного транспорта по участковым выработкам	монорельсовый транспорт	x12,5	1,00
13	Тип средств механизации для отбойки горной массы в подготовительной выработке	проходческие комбайны	x13,1	1,00
14	Тип транспорта горной массы из подготовительной выработки	телескопическими ленточными конвейерами	x14,3	1,00
15	Тип вспомогательного транспорта при проведении подготовительной выработки	монорельсовый транспорт	x15,5	1,00
16	Способ управления горным давлением	частичной закладкой	x16,3	0,33
17	Способы доставки и размещения породы в выработанном пространстве	пневматический	x17,3	1,00
18	Характер размещения раскопки при проведении подготовительных выработок	односторонняя раскопка с проведением выработки за лавой	x18,3	0,67

Рисунок 1 - Интерфейс программы расчета выбора оптимальных элементов технологических схем

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.Ф. Демин, Н.Н. Тулепов Методический подход к созданию имитационной модели производственных процессов на угольных шахтах. Сборник докладов междунар. научно-практич. конф. "Горно-перерабатывающая промышленность и наука: реальность и перспективы сотрудничества", часть 1, Рудный, 2005, с. 103-109.

УДК 624.1

*Ю.А. МАСАЕВ, к.т.н., проф.,
Кузбасский государственный технический университет
В.Ю. МАСАЕВ, к.т.н., доц.,
Российский государственный торгово-экономический университет
Россия, г. Кемерово*

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ГРАДОСТРОЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Промышленная безопасность в современных условиях приобретает особо важное значение. Одной из актуальных проблем является гидроза-

щита сооружений и восстановление несущей способности строительных конструкций. Залогом успешного решения такого рода проблем является комплексный подход к ведению работ на каждом объекте, включающий в себя не только полномасштабное обследование с проведением инженерно-геологических изысканий, но и правильный выбор материалов и технологий, производство работ на высоком профессиональном уровне, экспертный надзор за объектом.

В комплекс работ по защите и восстановлению несущей способности строительных конструкций входит:

- гидроизоляция подземной части зданий изнутри помещения;
- горизонтальная гидроизоляция кирпичных и каменных стен от капиллярного поднятия влаги;
- санация строительных конструкций;
- гидроизоляция кровель и фундаментов;
- усиление фундаментов и закрепление грунтов;
- устройство дренажных систем.

Общая задача гидроизоляции – не допустить проникновения воды к изолируемому материалу (антикоррозионная гидроизоляция) или миграцию воды через ограждающую конструкцию (антифильтрационная гидроизоляция). Для этого необходимо создать водонепроницаемый слой между водонасыщенной средой и изолируемой конструкцией или придать конструкции водонепроницаемость. Для осуществления этих мероприятий применяется комплекс гидроизоляционных технологий и материалов.

Капиллярное поднятие влаги в кирпичных и каменных стенах зданий – одна из острых и актуальных проблем гидроизоляции. Капилляры стен безостановочно перекачивают грунтовую влагу наверх, где она активно выветривается. Стены и фундаменты, находящиеся в этих условиях, теряют несущую способность. Они насыщены водой и заражены грибками. Поэтому любые виды отделки по таким стенам дают отрицательный результат. Горизонтальная гидроизоляция стен от капиллярного поднятия влаги выполняется посредством пропитки кладки стен специальными гидрофобизирующими составами, которые заливаются в скважины, пробуренные в кладке. Эти составы, проникая из скважин в капилляры, после полимеризации покрывают стенки капилляров кладки мономолекулярным слоем жирных кислот, которые не смачиваются водой. Таким образом, капиллярный подсос воды по кладке прекращается, но капилляры остаются свободными, и кладка стен пропускает воздух.

Одной из составляющих комплекса мероприятий при реконструкции сооружений является санация строительных конструкций. Вода, насыщенная солями, проникает в поры и капилляры кладки, кладочного раствора стен, бетонных конструкций. Вода несет с собой растворимые соли с поверхности земли, из вмещающего грунта, материалов строительных конст-

рукций. Достигая гидрохимического барьера, вода испаряется, соли кристаллизуются с образованием высолов. При кристаллизации солей развивается давление более 5 МПа, что приводит к физическому разрушению защитного слоя бетона, обнажению арматуры и ее коррозии, появлению трещин, и, как следствие, потере несущей способности и выходу конструкции из строя. Правильно подобранные технологические решения позволяют:

- восстанавливать несущую способность и усиливать конструкции стен, перекрытий, колонн, балок, ригелей как обычных, так и предварительно напряженных;
- обеспечить гидроизоляцию и защиту конструкций и сооружений при производстве ремонтных работ.

В рамках данной статьи мы бы хотели рассмотреть основные способы "лечения" фундаментов. "Лечение" это понятие всеобъемлющее, включающее в себя такие задачи, как, во-первых, восстановление целостности конструкции фундамента, во-вторых, повышение его прочности, в-третьих, что особенно важно, гидроизоляцию фундамента, в-четвертых, нанесение таких видов отделки, которые бы позволили технологически грамотно производить дальнейшую эксплуатацию этих фундаментов. Все эти вопросы неразрывно связаны друг с другом и должны учитываться при восстановлении, укреплении и гидроизоляции фундаментов.

На первом этапе создается водонепроницаемый слой (или противофильтрационная завеса) между изолируемым фундаментом и наружным грунтом. Работы выполняются изнутри подвального помещения и заключаются в следующем: в пробуренные сквозь конструкцию фундамента скважины устанавливаются так называемые пакерующие разжимные устройства, позволяющие пропускать сквозь себя инъекционный раствор только в одну сторону и сохраняющие с этой стороны требуемое гидростатическое давление. Скважины разбуриваются в шахматном порядке через определенные промежутки, зависящие от ряда параметров (состав грунта, его водонасыщенность, толщина и материал фундамента и т. п.). Через пакеры производится инъектирование специальных растворов. После выполнения работ первого этапа не только создается водонепроницаемая завеса между грунтом и фундаментом, но и достигается также улучшение прочностных свойств грунта, повышение его несущей способности.

Растворы, инъектируемые на контакт "фундамент-грунт", выбираются исходя из индивидуальных особенностей объекта и зависят от многих причин. При этом могут использоваться составы на различных основах: цементных, силикатных, кремнийорганических, акрилатных, полиуретановых и эпоксидных.

Второй этап заключается в увеличении прочностных и водонепроницаемых свойств самой конструкции фундамента. Схема его выполнения

очень похожа на схему выполнения работ по первому этапу. Рассмотрим один из вариантов (типичный для центра современного города) - старый, выветренный кирпич на разрушенном солями известковом растворе. Первоначально производится упрочняющая заполнительная цементация кирпичной кладки. Для этого в теле фундамента разбуриваются в шахматном порядке скважины. В отличие от работ первого этапа, скважины пробуриваются не сквозь конструкцию фундамента, а недобуриваются примерно на 5-10 см. В них через разжимные пакеры инъецируются растворы, как правило, на цементной основе. Если в теле фундамента есть микротрещины, то инъекции производят микро-дисперсным цементом. Инъекции производятся под высоким давлением малыми объемными дозами. В результате конструкции фундамента упрочняются и усиливаются. Через несколько дней приступают к работам по гидроизоляции. Как правило, работы выполняют по так называемой горизонтальной гидроизоляции против капиллярного поднятия влаги. Производятся инъекции гидрофобизирующими составами на основе кремнийорганических соединений. Бурение скважин осуществляется в 1-2 ряда через небольшое (10-20 см) расстояние. Инъекции производятся в течение нескольких дней методом самозаливки, без давления.

Третий этап - восстановление и гидроизоляция поверхности конструкции фундамента внутри помещения. Выполнив работы по второму этапу, необходимо прекратить поступление грунтовых вод в фундаменты и стены, в то же время кладка остается водонасыщенной (до 10 – 13% и более). При этих условиях, если кладку оштукатурить обычными составами, вода при высыхании стены будет испаряться, соли - откладываться, а также будут образовываться кристаллы солей. В результате произойдет отторжение штукатурки и отделочного слоя. Поэтому покрытие кирпичной кладки выполняется специальными составами, обладающими мощными гидрофобизирующими свойствами, затем материалами с повышенной адгезией к кладке и, наконец, обмазочными материалами на цементной основе. Такое поверхностное (обмазочное) покрытие на основе цемента "дышит", то есть не пропускает воду, но пропускает ее пары и дозы, что обеспечивает возможность высыхания стены в процессе ее эксплуатации. Отделочное (финишное) покрытие такого слоя допускается также "дышащими" красками.

УДК 331.45

*А.И. ФОМИН, д.т.н., доц.,
Кузбасский государственный технический университет,
Е.В. МАКАРОВА, главный специалист,
НП "Кузбасс – ЦОТ"
Россия, г. Кемерово*

НОВЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОМПЛЕКТНОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА РАБОТНИКА

На форуме Международной ассоциации соцобеспечения Президент РФ Д.А. Медведев заявил, что демографическая проблема может стать серьезным барьером для роста российской экономики. В проекте программы фиксируется, что ежегодные экономические потери, обусловленные условиями труда, оцениваются для России в 407,8млрд. руб. (1.9 ВВП). Из них потери ВВП в сумме 56 млрд.руб. связаны со смертностью на производстве, потери в 223,1млрд. руб. связаны с временной утратой трудоспособности из-за производственных травм.

Чтобы быть в числе экономически развитых предприятий, где вопросы охраны труда являются приоритетными, нужно изменить свое отношение к профессиональным рискам и принять практические шаги к исправлению ситуации во всех организациях и предприятиях, учреждениях на всех уровнях – от работника до работодателя.

Целью работы является снижение профессиональной заболеваемости и производственного травматизма в организациях всех отраслей экономики страны, за счет разработки системы управления рисками, которая базируется на результатах аттестации рабочих мест, тяжести ущерба вызванного воздействием опасных и вредных производственных факторов и оценке компетентности работников в сфере охраны труда.

Защита работников от связанных с работой недугов, болезней и травм является частью системы управления охраной труда. Болезни и травмы не являются неизбежными спутниками трудовой деятельности, а бедность не может служить оправданием невнимания к безопасности и здоровью работников.

Достойная работа – это безопасная работа. А безопасная работа со своей стороны является положительным фактором повышения производительности и экономического роста, благосостояния.

Сегодня технологический прогресс и интенсивное давление конкуренции стремительно меняют условия труда, его процессы и организацию. Первостепенное значение принадлежит законодательству, но само по себе

оно не достаточно для того, чтобы направлять эти изменения или поспевать за новыми опасностями и рисками.

Опасность (hazard) – это фактор, способный причинить травму или ущерб здоровью человека. /МОТ - СУОТ 2001/

Риск (risk) – сочетание вероятности наступления опасного события и тяжести травмы или ущерба для человеческого здоровья, вызванных этим событием. /МОТ - СУОТ 2001/

В нашем понятии риск (risk) – это сочетание вероятности возникновения в процессе трудовой деятельности опасного события, тяжести травмы или другого ущерба для здоровья человека.

Субъектом и объектом риска, в нашем случае, является работник. В одних и тех же производственных условиях (ситуациях) различные работники могут выбирать различные линии поведения, а значит и по-разному рисковать или подвергать риску окружающих.

Одним из основных факторов, влияющих на возникновение аварии, инцидентов, несчастных случаев, является человеческий фактор. Способность персонала принимать правильные решения в экстремальных ситуациях и не только, уровень квалификации, его компетентность трудно определить традиционными методами, поэтому предлагается новый подход, который позволит определить компетентность персонала.

Компетентное лицо - лицо, обладающее необходимой подготовкой и достаточными знаниями, умениями и опытом для выполнения конкретной работы.

Следует отметить, что некомпетентные действия работника могут представлять опасность для других работников, особенно это касается некомпетентности должностных лиц (руководителей), ответственных за обеспечение безопасных условий и охраны труда в организации.

Статистика несчастных случаев свидетельствует о том, что одной из основных причин производственного травматизма является некомпетентные действия работников и должностных лиц, ответственных за обеспечение безопасных условий и охраны труда в организации.

Целью нового подхода является определение необходимой компетентности работника в области охраны труда, которая обеспечит снижение производственного травматизма, в результате чего затраты на реабилитацию и лечение работников сократятся, а производительность труда возрастет.

Опасность сама по себе существует всегда. Но когда в системе появляется человек, то вероятность реализации опасности возрастает и появляется риск. Риск возникает как для того человека, который работает в данной системе так и для окружающих его людей, а также для производства в целом.

Если работник, зная о неисправности оборудования, всё же начинает работу на нем, то такой работник представляет опасность, как для себя, так и для окружающих. От его не компетентных действий пострадает как он сам, так и окружающие его люди и производство в целом.

С переходом к рыночной экономике для многих предприятий, ввиду недостатка средств, стало невыгодным, без достаточных обоснований, расходовать их на обеспечение безопасности. В случае неоправданных затрат на безопасность многие предприятия могут просто разориться. Поэтому в условиях рыночной экономики необходимо использовать целесообразный вариант обеспечения охраны труда при имеющихся денежных и материальных ресурсах.

Работодатель ответственен и несет обязанности по организации охраны труда. Осуществление системы управления охраной труда является верным и правильным подходом к выполнению этих обязанностей.

В настоящее время подходов к определению профессионального риска очень мало и все они несовершенны. Поэтому предстоит большая работа по разработке и внедрению методики определения профессионального риска и компетентности работника, которая была бы понятна персоналу любого уровня – от работника до руководителя организации, предприятия, учреждения. И которая позволила бы оценить тяжесть последствий некомпетентных действий менеджера любого уровня (в настоящее время методов оценки действий менеджера нет); использовать действующие нормативные документы, содержащие государственные требования охраны труда, без их корректировки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 года № 197-ФЗ (с изменениями и дополнениями)
2. ГОСТ 12.0.230-2007. "ССБТ. Системы управления охраной труда. Общие требования"
3. "Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда" утвержденный Приказом Минздравсоцразвития России от 31 августа 2007 года № 569
4. "Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда" утверждено Главным государственным санитарным врачом РФ от 29 июля 2005 года Руководство Р 2.2.2006-05
5. "Руководство по системам управления охраной труда". МОТ-СУОТ 2001/ ILO-OSH 2001. Женева: Международное бюро труда, 2003

УДК 351.824.1

*О.А. ТОЙШЕВА, ст. преподаватель,
М.А. ЯЧМЕНЕВА
ГОУ ВПО Филиал Самарского государственного технического
университета
Россия, г. Сызрань*

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРОДСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В РАМКАХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ГОРОДОВ

В настоящее время успешное функционирование промышленного производства во многом зависит от того, насколько оперативно оно реагирует на все происходящие изменения, но также и от его способности разрабатывать системы развития с учетом прогнозирования предстоящих изменений.

Данной проблеме, безусловно, должно уделяться большое внимание, потому что в условиях риска и неопределенности от всех руководителей хозяйствующих субъектов требуется формирование не только четкой и обоснованной стратегии развития, но и формирование промышленной политики, стратегии обеспечения промышленной безопасности.

Основное влияние на развитие российской промышленности оказывает наличие действующей промышленной политики. Именно это играет важную роль на современном этапе реформирования промышленности. Сегодня государство пытается осуществлять управление отдельными отраслями и предприятиями, целью чего является повышение эффективности промышленного комплекса в целом, а так же обеспечение бюджетной и социально-экономической эффективности.

Как показывает практика, малым и средним индустриальным городам необходима эффективная и надежная промышленная политика, которая в первую очередь позволит обеспечить промышленную безопасность, а также будет служить основой для поддержания и в дальнейшем достижения более высокого уровня конкурентоспособности промышленного производства. При развитии промышленных предприятий особое место занимает оценка промышленной безопасности, потому что весь потенциал промышленности является определяющим и стабилизирующим фактором развития, гарантом экономического развития, а главное позволяет поддерживать экономическую независимость регионов и страны в целом.

Актуальность проблемы формирования промышленной политики в системе промышленной безопасности предприятий обоснована тем, что при переходе предприятий к рыночной экономике, к основам обеспечения и повышения уровня конкурентоспособности выпускаемой продукции,

предприятия сталкиваются с проблемой множества вопросов в данной области как в теоретическом, так и методическом аспекте, а это влечет за собой замедление процесса перехода предприятий на новый уровень развития.

Методические принципы и практические рекомендации по формированию промышленной политики на мезо- и микроуровне в системе промышленной безопасности предприятий должны являться основополагающими при рассмотрении данной проблемы. Для того чтобы эта проблема решалась более эффективно, в ней должны быть реализованы следующие задачи:

- 1) определить критерии понятия аппарата промышленной политики, промышленной безопасности на микроуровне (предприятие);
- 2) проанализировать зарубежный и отечественный опыт формирования промышленной политики и обеспечения промышленной безопасности;
- 3) выявить закономерности и основные направления организационного обеспечения промышленной безопасности и формирования промышленной политики на мезо- (регион) и микроуровне;
- 4) разработать методические рекомендации по формированию промышленной политики в системе промышленной безопасности на мезо- и микроуровне.

Возникающие проблемы при формировании промышленной политики в системе обеспечения промышленной безопасности на любом уровне иерархии будь то государство, регион или предприятие всегда будут актуальны и насущны. Если рассмотреть стратегию формирования промышленной политики в рамках системы обеспечения промышленной безопасности на мезо- и микроуровне (предприятие), то предприятие по своей сущности является элементом системы региона, следовательно, без выявления взаимосвязи "регион-предприятие", без обеспечения безопасности на мезоуровне невозможно формирование эффективной промышленной политики предприятия с учетом проблем промышленной безопасности на уровне региона, страны.

Определение критериев понятия аппарата промышленной политики и обеспечения промышленной безопасности на различных уровнях показывает, что на сегодняшний день нет конкретного понимания, что же такое "промышленная политика", и соответственно нет единого мнения к термину "промышленная безопасность". В основу промышленной политики должна быть заложена система мер, которая была бы направлена на развитие и повышение эффективности промышленного производства, конкурентоспособности, а также определяющая прогрессивное развитие экономического потенциала страны, регионов и предприятий.

Сегодня Россия находится на переходном этапе в развитии экономических отношений, и более приемлемой моделью, которая позволит обеспечить промышленную безопасность, должна быть модель, основанная на

творческом синтезе использования ресурсов стабильности, управляемости и дозированного экономического риска во всех сферах хозяйствования. Реализация такой модели промышленной безопасности подразумевает умелое использование прогрессивных технологий хозяйствования, ориентированных на максимальную результативность в минимально короткие сроки, способствующее формированию эффективной промышленной политики на различных уровнях.

На сегодняшний день нет единого мнения в понимании "системы безопасности". Система безопасности на мезоуровне должна представлять собой совокупность внутренних и внешних обстоятельств, которые бы воздействовали на развитие экономики региона, контролировали и определяли угрозы критического характера и в то же время сохраняли способность адекватно реагировать на эти угрозы, если они возникнут.

В основу решения проблем, связанных с обеспечением безопасности субъекта промышленности, входит мониторинг, анализ концепции угрозы, оценка характера реальных и потенциальных внутренних и внешних угроз, кризисных ситуаций, неблагоприятных факторов в различных сферах деятельности данного субъекта. При введении мониторинга в промышленной безопасности должны обеспечиваться:

- 1) постоянное наблюдение за процессами в различных сферах с позиции угроз промышленной безопасности и формирования промышленной политики;
- 2) формирование на этой основе системы показателей, которые характеризуют промышленную безопасность;
- 3) прогнозирование состояний промышленной безопасности;
- 4) разработка мероприятий по повышению уровней промышленной безопасности и нейтрализации угроз с оценкой эффективности мероприятий.

Разработка методических рекомендаций, связанных с реализацией промышленной политики на мезо- и микроуровне, позволит повысить эффективность формирования и реализации промышленной политики в системе промышленной безопасности. Также формирование и реализация методик в данной области поможет разработать и реализовать промышленную политику региона и города, обеспечить систему безопасности городского промышленного комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. М.Д. Абрамов Промышленная политика и налоговое регулирование. / М.Д. Абрамов // Всероссийский экономический журнал ЭКО. – 2009. – № 1. – С. 165-173.
2. Е.С. Беляева Проблемы развития промышленных предприятий. / Е.С. Беляева, Е.В. Касаткина // Всероссийский экономический журнал ЭКО. – 2008. – № 11. – С. 116-123.

3. Л.И. Лугачева Инновационные факторы развития регионального машиностроения / Л.И. Лугачева // Всероссийский экономический журнал ЭКО. – 2008. – № 6. – С. 54-65.

УДК 622. 83:553.24:004

*Ю.М ИГНАТОВ, к.т.н., доц.
С.А. ЦЫГАНКОВ, аспирант,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ПРОГНОЗА ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ УГЛЯ И ГАЗА ПРИ АНАЛИЗЕ И ЦИФРОВОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ГОРНОГО МАССИВА

Для горных предприятий Кузнецкого бассейна важной задачей повышения безопасности работ является достоверный прогноз появления внезапных выбросов угля и газа. За последние 10 лет на шахтах Кузбасса произошло более 100 газодинамических явлений многие, из которых имели катастрофические последствия.

Анализ литературных источников и фактического собранного материала по шахтам: Анжерская, Березовская, Бирюлинская, Северная, Центральная, Ягуновская, Первомайская о условиях и последствиях внезапных выбросов позволили сделать выводы, что основными природными факторами, влияющими на выбросоопасность угольных пластов являются газоносность угля и физические свойства горных пород.

Газоносность пласта, характеризуется количеством метана, содержащегося в природных условиях в единице массы или объема угля или породы. Выбросы происходят при газоносности более 10м³/т. Однако для разных условий эти значения могут существенно различаться. Основными факторами, определяющими газоносность пластов, являются степень метаморфизма, сорбционная способность, пористость, газопроницаемость, влажность, генезис угля, глубина залегания пласта, гидрогеологические условия и угленасыщенность горного массива. Показатели метаморфизма угля (выход летучих веществ или содержание углерода на горючую массу) используются при оценке потенциальной выбросоопасности угольных пластов.

На проявление выбросоопасности влияют физические свойства пород. Обычно зоны проявления выбросоопасности характеризуются раздробленными слабоустойчивыми породами кровли. Наиболее склонными

к выбросам являются участки вблизи тектонических нарушений. Но они и являются опасными потому, что подвергнутые тектоническому воздействию угли пластов приобретают характерные физико-механические и физико-химические свойства, определяющие возможность развязывания на данном пласте внезапных выбросов. Как отмечалось О.И. Черновым, чем сложнее тектоника и больше закрытых структурных элементов, тем меньше глубина, начиная с которой возможно появление внезапных выбросов. На проявление выбросоопасности влияют внутрипластовые нарушения – флексуры, тектонические раздувы и пережимы пласта, изменения внешней формы пласта, а также внутрипластовые тектонические образования, для которых не характерны разрывные дислокации и изменения формы пласта. Пликативные дислокации проявляются в виде складок, флексур и мелких изгибов толщи пород. Участки, на которых зафиксированы выбросы, приурочены к зонам вторичной субмеридиональной складчатости. Опасность представляет переходный тип нарушений от пликативных к дизъюнктивным – флексурные складки, распространенные на угольных месторождениях, которые можно рассматривать как нереализовавшийся разрыв.

Опасные по суфлярным выделениям метана зоны встречаются горными работами вблизи следующих геологических нарушений: антиклиналей длиной не более 400м и величиной изгиба, измеряемой отношением высоты складки к ее длине, не меньше 1:50, синклиналей аналогичной длины с величиной изгиба не менее 1:35, осложненных дизъюнктивами антиклиналей и синклиналей при длине складки до 350м и величине изгиба не мене 1:60, флексур и перегибов пласта.

Таким образом, при разработке прогнозов внезапных выбросов угля и газа, исходными данными являются газоносность угля, структурно-текстурные элементы массива пород в конкретных точках, прочностные, упругие и другие механические свойства вмещающих пород, наличие тектонических нарушений и другие. Такой информации много, она является пространственно распределённой и должна быть количественно оценена и отражена при анализе и цифровом моделировании горного массива. Методика анализа предусматривает решение следующих задач:

1. Определение областей пересечения полей распределения информационных признаков. Анализируемые информационные признаки имеют количественную оценку в разных единицах измерений, поэтому по данным признакам вводятся сопоставимые унифицированные безразмерные шкалы в виде относительных значений по отношению к максимально возможному значению данного признака. Это позволяет интерпретировать поля распределения признаков в виде неправильных объемных фигур с плоским основанием и характеризовать зону пересечения этих фигур ее объемом и площадями зоны пересечения по каждой изолинии.

2. Построение количественной модели связи нескольких пересекающихся геоинформационных полей. На наличие таких взаимосвязей указы-

вают существование обширных зон пересечения анализируемых признаков. Для количественных признаков аналогичной характеристикой будет отношение удвоенного объема трехмерной области пересечения данной пары признаков к суммарному объему трехмерных фигур, отображающих поля распределения каждого признака. В обоих случаях при полном совмещении полей этих признаков степень взаимосвязи будет характеризоваться единицей, при полном отсутствии зоны пересечения – нулем. Данная характеристика является аналогом коэффициента корреляции применительно к координатно-привязанным информационным признакам.

Разработанный метод анализа и цифрового моделирования горного массива использует серию оперативных цифровых планов с нанесенными на них прогнозными значениями показателей. Первый оперативный прогнозный цифровой план, составляется по прочностным, упругим и другим механическим свойствам вмещающих пород при вычислении в первом расчетном модуле. Вторым оперативным цифровым планом по показателю газоносности при вычислении во втором модуле. Производится вычисление интегральных характеристик и поиск зон газодинамических проявлений при вычислении в третьем модуле. Наложение всех оперативных планов в виде отдельных слоев на цифровой план горных выработок дает полную ситуацию по составу и строению горного массива на участке прогнозирования. В разработанном нами методе создания цифровой модели горного массива за упорядоченную форму хранения и представления информации принят регулярно-ячеистый принцип организации данных [1]. Для описания данных за минимальную единицу площади принимается ячейка правильной геометрической формы, а пространственно-распределенные признаки объектов хранятся в узлах регулярной сетки из ячеек. Значения показателя из точки замера с помощью интерполирования передаются в узлы сетки и хранятся в виде матриц. Изображение результатов осуществляется путем наложения на план матрицы с результатами, после чего создается слой покрытия, содержащий указанные ячейки. Далее координаты этих ячеек экспортируются из приложения вместе с информацией о свойствах горного массива на цифровой план горных выработок.

Разработанный метод построения цифровых прогнозных планов позволяет использовать в работе различные модели, производить расчет прогнозных характеристик и при визуализации результатов моделирования на цифровые планы выполнять достоверный прогноз появления внезапных выбросов угля и газа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ю.М. Игнатов, И.В. Махраков, М.Ю. Игнатов Компьютерный прогноз геологического строения и геомеханических свойств с помощью ана-

лиза цифровых моделей массива горных пород. – Вестник Кузбасского государственного технического университета. – № 5. 2006. – С. 72-75.

УДК: 622.831.322

*В.В. ДЫРДИН, зав. кафедрой, д.т.н., проф.,
А.А. ФОФАНОВ, ассистент,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

О ВЛИЯНИИ ВТОРИЧНЫХ ОСАДКОК ТРУДНООБРУШАЕМЫХ КРОВЕЛЬ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ

При разработке пластов с труднообрушаемой кровлей наблюдаются динамические проявления горного давления в призабойном пространстве и прилегающих подготовительных выработках, связанные с вторичными осадками основной кровли. Чаще всего разрушения крепи подготовительных и очистных выработок, разрушения целиков угля, возникновения горных ударов происходят в результате обрушения кровли, представленной крепкими песчаниками. Возникновение горных ударов характерно для очистных и подготовительных выработок, проводимых по мощному пласту и при отсутствии непосредственной кровли. Зависания пород труднообрушаемой кровли могут вызвать сильные пригрузки краевой части пласта и переход ее в состояние предельного равновесия.

Вопрос формирования интенсивности нагрузок при вторичных осадках основной кровли является важным и малоизученным, а их экспериментальные исследования технически и экономически в настоящее время малоосуществимы. Наиболее приемлемым является компьютерное моделирование физических процессов, протекающих в массивах горных пород, что может дать возможность разработки методов управления горным давлением в призабойном пространстве очистных выработок и повысить производительность и безопасность горных работ.

Существенный вклад в разработку и совершенствование способов и средств управления труднообрушаемыми кровлями, установление основных закономерностей проявления горного давления при вторичных осадках основной кровли внесли исследования, проведенные Ф.П. Глушихиным и М.Ф. Шклярским и представленные в работах [1] – [2]. Ими был определен максимальный коэффициент концентрации напряжений методом эквивалентных материалов, что позволяло сделать общие рекоменда-

ции по выбору параметров крепи или способов разупрочнения пород основной кровли.

В работе [3] представлены результаты изменения состояния массива в рамках приближенной теоретической модели деформаций. В этой модели поведение пород кровли при обрушении аппроксимировалось затухающими колебаниями упругой балки с защемленным концом (1).

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} + \gamma \frac{\partial}{\partial t} + c^2 \frac{\partial^4}{\partial x^4} \right) U(x, t) = -\delta(x - l) A^{-1} P(t) - \delta'(x - l) A^{-1} M(t), \quad (1)$$

где γ – коэффициент затухания; c – жесткость пород основной кровли; $U(x, t)$ – смещения пород основной кровли; x – координата, начало оси, которая совмещена с жесткой заделкой балки; l – длина зоны опорного давления; A – масса балки на единицу длины; $P(t)$, $M(t)$ – соответственно сила и изгибающий момент, действующие на балку после облома консоли.

Недостатком данных исследований является отсутствие расчета коэффициента затуханий для кровли с определенными параметрами, указан только диапазон его изменений по сравнению с частотой собственных колебаний. С другой стороны, приведенные результаты позволяют оценить местоположение максимальных напряжений в массиве впереди очистного забоя, что в свою очередь дает возможность судить об удароопасности этого участка и о возможном местонахождении газового мешка на пластах, склонных к внезапным выбросам угля и газа. В тоже время необходимо разработать методику расчета коэффициента затуханий, величина которого существенно влияет на деформации массива, а, следовательно, и на величину упругой потенциальной энергии.

Таким образом, анализ опубликованных исследований показал, что малая изученность процесса вторичных осадок труднообрушаемых кровель при разработке пластов, склонных к горным ударам и внезапным выбросам угля и газа, вследствие затруднительности экспериментальных исследований дает широкое поле для теоретических изысканий путем компьютерного моделирования физических процессов, протекающих в массивах горных пород. Исследования должны проводиться с учетом:

- а) коэффициента затухания;
- б) момента инерции консоли пород основной кровли;
- в) в дифференциальном уравнении вынужденных колебаний(1) необходимо отдельно учесть влияние нагрузки и изгибающих моментов, а также их различное сочетание, и характер взаимодействия края консоли с почвой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ф.П. Глушихин Трудноуправляемые кровли в очистных забоях.// – М.:Недра,1974. – 192с.

2. Ф.П. Глушихин Динамика опорного давления на пластах с трудно-обрушаемыми кровлями //Горное давление в капитальных, подготовительных и очистных выработках. – Л.:ВНИМИ,1982. – С.50-55.

3. В.В. Дырдин Влияние сдвижений прочных пород кровли в выработанном пространстве на геомеханическое состояние угольного пласта / В.В. Дырдин, А.И. Шиканов, Кроль Г.В., Алексеев Д.В, Тациенко В.П.// – Известия вузов. Горный журнал. 1990 г. – С.23-25.

УДК 622.831

В.Ф. ДЕМИН, д.т.н., проф.,

В.В. ЖУРОВ, аспирант

Карагандинский государственный технический университет

Республика Казахстан, г. Караганда

ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ПРИСЕЧНОЙ ВЫРАБОТКЕ ПРИ БЕСЦЕЛИКОВОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ

The dissertation presented is a study in the field of improving the technology and means of the efficient and safe running mining workings on gently sloping and inclined coal seams adaptive to changing mining-and-geological operating conditions.

The main scientific and practical results of the studies carried out by the author consist in working out technological schemes of running development workings on the basis of the established geo-mechanical laws of mining pressure manifestations.

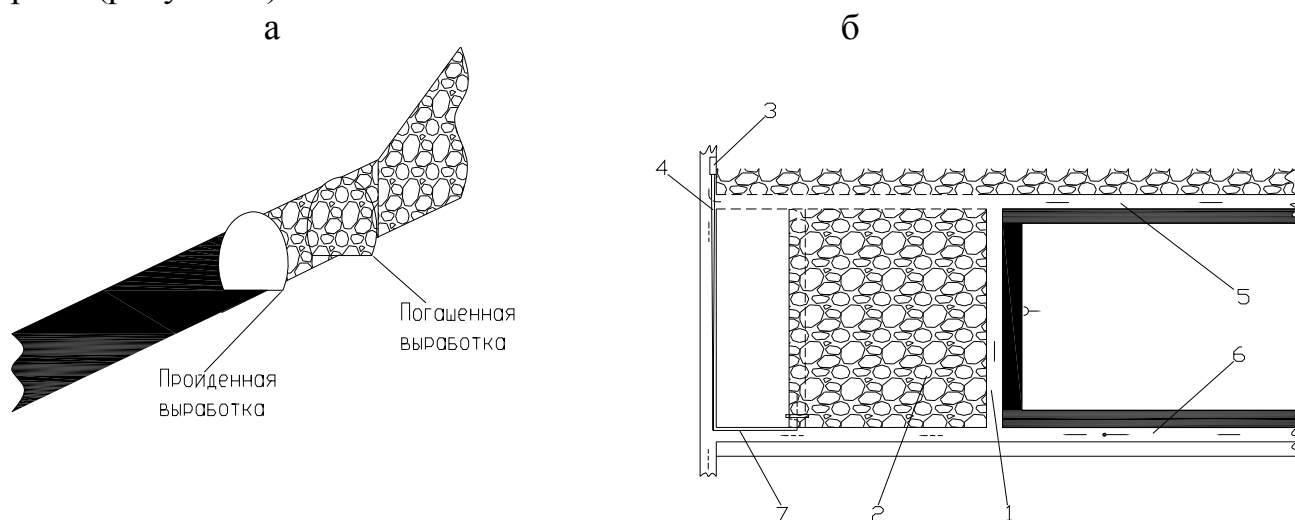
Для достижения устойчивости выработки необходимы способы крепления, увеличивающие несущую способность пород. При этом наиболее эффективным способом является - увеличение прочности на изгиб и растяжение, воздействующих на выработку пород. Необходимое упрочнение против действия растягивающих напряжений может быть осуществлено закреплением в породах стальных и сталеполимерных стержней – анкером.

В отличие от рамной крепи анкерная крепь может возводиться предварительно напряженной, поэтому сразу после возведения крепи повышается сцепление по плоскостям напластования пород или их трещинам. Анкерная система крепит породу, сохраняя ограничение движения кровли и позволяя горизонтальному напряжению удерживать кровлю на месте, не давая ей выпасть.

Важной задачей является определение напряженного состояния массива с учетом влияющих факторов на устойчивость контуров горной выработки.

ботки. Исследовались проявления горного давления с установлением степени влияния технологических факторов с использованием метода конечных элементов.

Моделировалась технологическая схема очистных работ с возвратноточной проветриванием для условий пласта k_{10} шахты Абайская" УД АО "АрселорМиттал Темиртау" с использованием анкерной крепи (рисунок 1).



1 – лава; 2 – выработанное пространство; 3 – камера смешения; 4 – трубопровод для изолированного отвода метана; 5 – вентиляционная выработка; 6 – конвейерная выработка; 7 –дегазационный газопровод

Рисунок 1 – Технологическая схема очистных работ с возвратноточной проветриванием: а – разрез; б – план

На рисунке 2,а показана вентиляционная выработка, закрепленная анкерами со стороны выработанного пространства вышележащего столба задавлена растягивающими напряжениями с кровли ($\sigma_y = 5,0 \text{ МПа}$) и поддута с почвы ($\sigma_y = 5,3 \text{ МПа}$), со стороны лавы сохраняет относительную устойчивость, при сжимающих напряжениях $\sigma_y = 43 - 90 \text{ МПа}$. Вертикальные смещения (U_y) в кровле выработки составляют 1,0м, в боках - 0,7 - 0,8м, в почве - 0,6м. Горизонтальные смещения (U_x) со всех сторон 0,35м. Таким образом, анкерное крепление даже до подхода лавы не выдерживает действующего давления и требует установки усиления крепления.

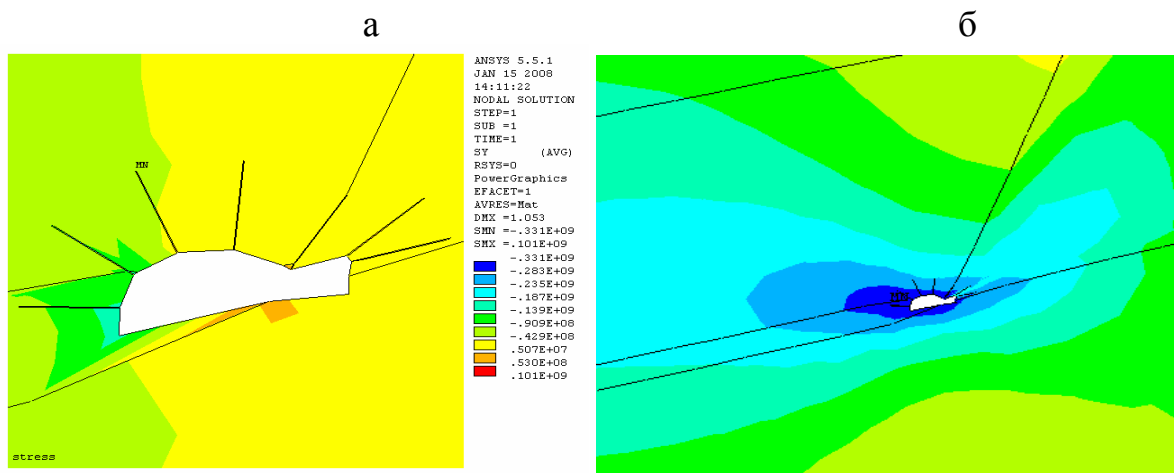


Рисунок 2 – Проявления горного давления на вентиляционной выработке
(б_y); б – то же (τ_{xy})

Продольные напряжения (σ_x) при арочной крепи, по сравнению с анкерной, меньше в два раза, а касательные больше в четыре раза. Для металлоарочной крепи большими значениями характерны для касательных напряжений ($t_{x,y}=120 - 140\text{Па}$), а для анкерной – продольных напряжений ($\sigma_x=60 - 70\text{ Па}$) с примерно одинаковой величиной их соответствующих сопутствующих напряжений в диапазоне $30 - 40\text{Па}$ и минимальны нормальные напряжения ($3 - 10\text{Па}$) – рисунок 3.

Моделировалось напряженное состояние приконтурного массива горных пород вокруг выработки с изменением длины и диаметра анкерной крепи. Изучено влияние длины анкера на характер изменения напряжений в массиве. На касательные напряжения длина анкера (в диапазоне $1,8 - 2,4\text{м}$) не оказывает существенного влияния, а вертикальные и продольные напряжения растут по не ярко выраженной зависимости с увеличением длины анкера.

С изменением диаметра анкера в диапазоне ($0,02 - 0,024\text{м}$) вертикальные и продольные напряжения растут, а касательные напряжения уменьшаются близко к линейной зависимости.

Установлено, что в обоих случаях с ростом длины анкера (с $1,8$ до $2,2\text{м}$) и его диаметра ($0,02 - 0,024\text{м}$) более значительны продольные напряжения ($55 - 60\text{Па}$) с тенденцией их повышения. Касательные напряжения практически неизменны (25Па) в рассматриваемом диапазоне, а нормальные напряжения незначительно растут по линейной зависимости (от 5 до 10Па) – рисунок 3, в и 3, г.

Проведенные исследования позволили установить степень влияния технологических факторов разработки на эффективность применения металлоарочного и анкерного крепления выемочных выработок [1].

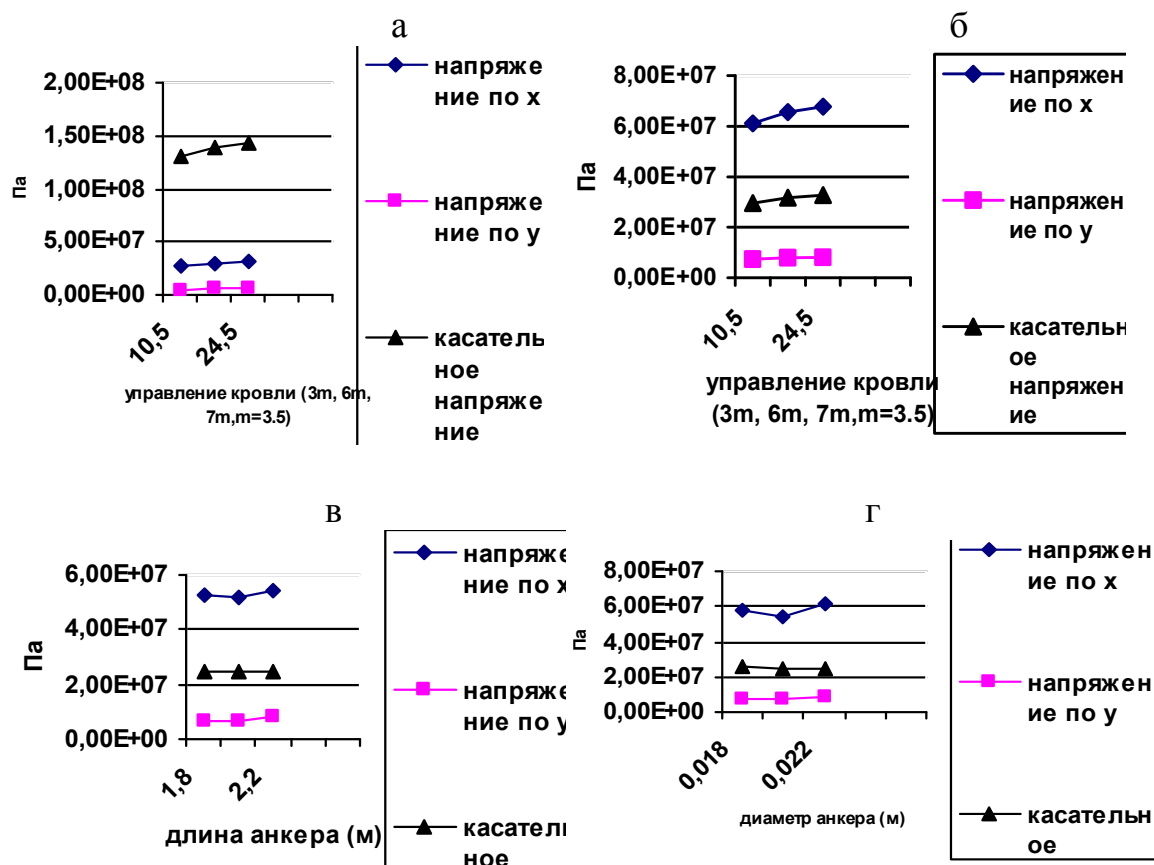


Рисунок 3 – Влияние управляемости пород кровли на величину напряжений, возникающих вокруг контура выработки, закрепленной металлоарочной (а) и анкерной (б) крепью с изменением ее длины (в) и диаметра (г) стержня – анкера

Выявленные закономерности изменения напряженно-деформированного состояния угля породных массивов (смещений, напряжений, зон трещинообразования) в зависимости от основных горно-геологических и горнотехнических факторов позволят в конкретных условиях эксплуатации устанавливать параметры крепления для повышения устойчивости подготовительных горных выработок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.В. Демин Исследование технологических параметров применения сталеполимерных анкеров на шахтах Карагандинского бассейна//Научно-техническое обеспечение горного производства. Труды ИГД им. Д. Кунаева, том 74.-Алматы: 2007, С. 179–185.

УДК 622.831.325

*Г.К. КЛЮКИН, к.т.н., доц.,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ГИДРАТОДИНАМИЧЕСКАЯ ГИПОТЕЗА ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ УГЛЯ, ПОРОДЫ И ГАЗА

Проблема борьбы с внезапными выбросами угля, породы и газа не может еще считаться решенной. До сих пор остаются неясными многие стороны механизма этого явления, не предложены достаточно надежные способы прогноза и борьбы с внезапными выбросами. Борьба с внезапными выбросами остается одной из нерешенных проблем безопасности ведения горных работ на угольных шахтах.

Многочисленные наблюдения за внезапными выбросами, опубликованные в широкой печати позволяют, как аксиому принять следующие положения:

1. Газ в угольных месторождениях много. Однако не всякий газ выбросоактивен.
2. Выбросоактивный газ в начальный момент имеет весьма высокий энергетический потенциал.
3. Объемы полостей выбросов показывают, что большое количество газа находилось в относительно небольшом объеме угольного массива.
4. Анализ существующих гипотез показывает, что они не объясняют природы "внезапно" высокой газовой энергетики.

Основные особенности внезапных выбросов угля, породы и газа, установленные в ходе научной и практической деятельности на выбросоопасных пластах угольных месторождений (В.И. Бобров, Л.Н. Быков, И.Л. Эттингер, В.В. Ходот, О.И. Чернов, А.В. Николенко и др.):

1. Внезапные выбросы приурочены к области тектонических нарушений.
2. Частота и интенсивность внезапных выбросов возрастает с увеличением угла падения пластов и плоскостей тектонических разрывов.
3. Увеличение крепости вмещающих пород ведет к возрастанию выбросоопасности.
4. Внезапные выбросы наибольшей интенсивности приурочены к вскрытию угольных пластов квершлагами.
5. Сравнительно большое количество газа содержится в сравнительно малом объеме массива.
6. Со снижением влажности угольного пласта растет степень выбросоопасности.

7. Между давлением газа, измеренным в скважинах, и выбросоопасностью взаимосвязь отсутствует. Установить такую взаимосвязь практически невозможно:

8. Выбросоопасные угли всегда тектонически препарированы, и в выброшенной массе содержится значительное количество тонкой угольной пыли ("бешенной муки"). При этом внезапные выбросы газа и угля приурочены к зонам резкого увеличения мощности тектонически нарушенного угля, находящегося в плоскости скольжения.

9. Внезапный выброс – явление динамическое.

10. Выбросоопасность угольных пластов непосредственно не связана с метаморфизмом углей.

11. Полости внезапных выбросов в подавляющем большинстве имеют вытянутую форму с достаточно отчетливо выраженной горловиной.

12. Обычно внезапные выбросы угля и газа происходят при воздействии на массив отбойными механизмами. Однако порядка 30% выбросов произошло с "запаздыванием" продолжительностью от нескольких минут до нескольких часов после прекращения воздействия на массив.

13. Подработка и надработка угольных пластов делает его безопасным в отношении внезапных выбросов.

14. В предвыбросовый момент отмечается ряд таких признаков как усиление давления на крепь, усиление отжима, образование облака пыли непосредственно у забоя, усиление газовыделения, стреляние и осыпание угля.

15. В предвыбросовый момент отмечаются шумовой эффект, треск, хлопки, глухие удары.

16. В предвыбросовый момент отмечается понижение температуры вблизи забоя, понижение температуры угля. и повышение температуры газа после выброса.

17. Выбросоопасные песчаники обязательно перекрыты газонепроницаемым экраном в виде глинистых пород, выше которого выброс не развивается.

18. При бурении скважин в песчаниках с отбором керна последний разделяется на выпукло-вогнутые диски, причем на поверхности отчетливо заметны поры и трещины явно не тектонического происхождения.

19. Выброшенный песчаник представляет пластинки, чешуйки, песок до весьма мелких фракций.

20. В полостях внезапных выбросов песчаников отмечаются следы активного тектонического воздействия в виде мелкой складчатости и ребристость стенок полости.

21. Киносъемки показывают, что внешне выброс песчаника похож на водяную струю.

22. Пик опорного давлений впереди угольного забоя выработки смещается к обнаженной плоскости на расстоянии 1÷3 м вместо обычных 2÷5м.

23. Продолжительность выброса измеряется 0,5-4 с.

24. Вблизи зоны выброса и в самой зоне давление газа увеличивается в момент выброса в десятки раз.

25. Исследованиями, проведенными ВостНИИ, установлено, что в выбросоопасных условиях содержание тяжелых гомологов метана возрастает на порядок и более.

Анализ представленных особенностей внезапных выбросов угля, породы и газа позволяет заключить, что рабочим телом процесса является газ, который находится под давлением и, учитывая наличие влаги в горном массиве, его состояние гидратное полностью или частично.

Природа образования газогидратов хорошо изучена и позволяет опереться на установленные их свойства. Известно, что образование газогидратов начинается с поверхности влажного предмета и при недостатке влаги и наличии достаточного давления может оставаться в виде пленки.

Приуроченность внезапных выбросов угля и газа исключительно к области максимальных разрывных тектонических напряжений и складчатость стенок полостей позволяет дать объяснение образованию газовых скоплений в этой области и переходу их в выбросоактивное состояние.

Механизм образования таких скоплений в этих условиях заключается в том, что в процессе сдвижения массива по неровной плоскости разрыва возникают разуплотнения (иначе невозможна бы была складчатость), в которые всасываются газ и раздробленная угольная мелочь. При дальнейшем движении происходит сжатие газугольных скоплений. При ограниченном количестве влаги на стенках угольных отдельностей образуется газогидратная пленка, а неизрасходованный свободный газ блокируется газогидратами в виде многочисленных вкраплений, обладая при этом энергией тектонического сжатия.

Необратимость тектонических деформаций, прочность вмещающих пород, неспособность к миграции твердых газогидратов обеспечивают сохранность выбросоактивных зон.

Аналогично выбросоактивные зоны образуются и в выбросоопасных породах. Эти зоны всегда перекрыты глинистыми отложениями, которые исполняют роль экрана против утечек газа в момент тектонического сжатия.

При подходе горной выработки в результате известного перераспределения напряжений впереди забоя тектонически сжатый газ разрушает массив между выбросоактивной зоной и забоем и газугольное скопление выносится в выработку. В более прочных песчаниках разрушение подчиняется специфике перераспределения напряжений впереди забоя и идет по плоскостям ослаблений в виде чешуек и пластинок.

Газогидраты могут образовываться при постоянном давлении и изменяющейся температуре и при постоянной температуре и динамически изменяющемся давлении газа. Последнее характерно для области тектонического сжатия, поэтому гипотеза "гидратодинамическая".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Г.К. Клюкин О состоянии выбросоактивного газа. /Клюкин Г.К. //Кузниишахтострой. Тр. инс-та, вып. 15. Кемерово, 1976, С.160-166.
2. Г.К. Клюкин, Механизм внезапных выбросов в гидратодинамической гипотезе. /Клюкин Г.К. //Вопросы строительства и реконструкции угольных предприятий Кузнецкого, Карагандинского и других угольных бассейнов. – Кемерово, 1980, С. 70-78.

УДК 678.017.620.17

В.В. ДЫРДИН, д.т.н., проф.,

Т.И. ЯНИНА, к.т.н., доц.,

А.А. МАЛЬШИН, к.т.н., доц.,

А.С. ГУМЁННЫЙ, студент,

*Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ОСОБЕННОСТИ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД И УГЛЕЙ

Для определения характеристик горных пород и массивов проводится большое число лабораторных исследований. Способы определения этих характеристик можно разделить на интегральные и дифференциальные.

Для определения интегральных плотностных характеристик массива, представленного различными петрографическими разновидностями пород и различными типами структурных неоднородностей, в принципе достаточно определить эти характеристики для каждой разновидности пород и для каждого типа структурных неоднородностей (раздельно или в какой-либо совокупности), а затем найти их средневзвешенное значение в зависимости от степени распространённости указанных компонент в массиве.

Для решения задач, поставленных в нашей работе, наибольший интерес представляют деформационные и, в частности, упругие характеристики горных пород. В отличие от плотностных, обуславливаются не только свойствами отдельных разновидностей пород, слагающих массив, но и свойствами их контактов, а потому и особенностями взаимного расположения слагающих компонент.

Важную роль в оценке характеристик горных пород играет порядок структурных неоднородностей.

Нами был проведен эксперимент в ходе которого были созданы четыре модельных образца сериями по пять штук из песка и цемента цилиндрической формы, стандартных размеров с диаметром 40мм и высотой равной двум диаметрам. Они отличались друг от друга составом, в них менялась массовая доля ингредиентов (песка и цемента). Диаметр зерна каждого образца измерялся с помощью микроскопа. Каждый образец подвергался нагружению при одноосном сжатии вплоть до разрушения. Все данные фиксировались и обрабатывались компьютером.

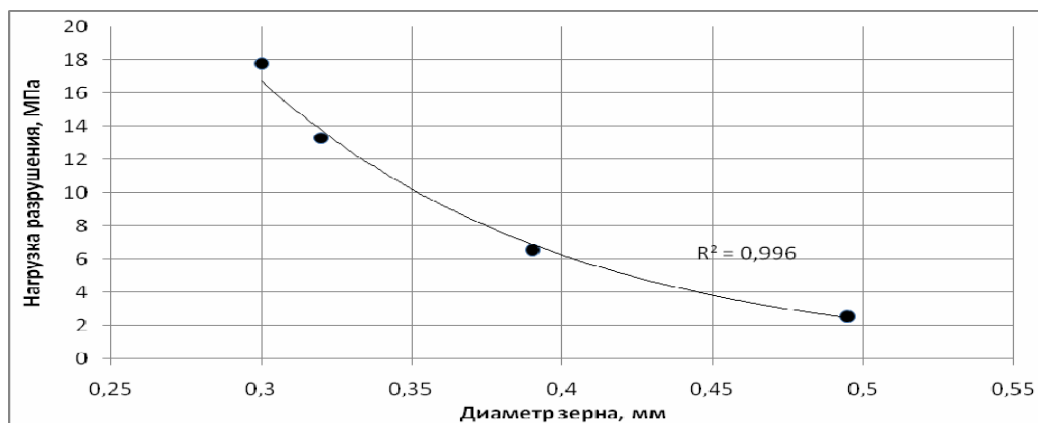


Рис. 1. Зависимость нагрузки разрушения от структуры образца

Результат проведенных испытаний представлен на рис. 1. Из рис. 1 видно, что критическое напряжение для материала зависит от диаметра зерна его структуры обратнопропорционально.

Такие образцы можно использовать в лабораторных экспериментах, например, для исследования устойчивости буровых скважин, так как они позволяют оценить неоднородности четвертого порядка и определить деформационные характеристики.

Для оценки устойчивости горных выработок в экспериментах должны проявлять себя структурные неоднородности более низких порядков - до II включительно. Здесь уже нельзя ограничиваться испытанием образцов, необходима постановка специальных измерений непосредственно в натурных условиях.

Методы изучения деформационных свойств горных пород (модуль упругости E , коэффициент Пуассона ν) можно разделить на статические и динамические.

Статические методы основаны на измерении деформаций образцов исследуемых пород под нагрузкой. В процессе нагружения с помощью автоматической записывающей аппаратуры ведут непрерывную запись деформаций.

Экспериментально определив модуль продольной упругости E и коэффициент поперечных деформаций ν , можно вычислить значения модуля сдвига G и модуля всестороннего сжатия K .

Поведение горных пород под нагрузкой в полной мере характеризуется так называемой полной кривой "напряжение-деформация", которая состоит из двух ветвей - восходящей до значения $\sigma_{сж}$, равного пределу прочности испытуемой породы, и ниспадающей от $\sigma_{сж}$ до $\sigma_{ост}$ – остаточной прочности (рис. 2).

В процессе обработки результатов эксперимента необходимо учитывать не только деформационные свойства объекта исследования, но и деформационные свойства самого пресса. При достижении образцом предела прочности и начале разрушения упругая энергия, накопленная испытательным оборудованием, сообщается образцу и реализуется обычно в виде очень быстрого (лавинообразного) его разрушения. Данный процесс оказывает наибольшее влияние на процесс разрушения, на рис. 2 это нисходящая ветвь полной кривой "напряжения–деформации".



Рис.2. Полная кривая "напряжение–деформация" для угля

Обычные прессы имеют предел жесткости в пределах (0,5 – 1)ГПа. При проведении испытаний образцы практически любых пород деформируются без динамических явлений. На рис. 2 видно, что остаточная прочность угля составляет не более 5% от максимальной.

Важной характеристикой режима нагружения является скорость относительной деформации. Различные технологические процессы в массивах горных пород можно соотнести с определенными скоростями деформации. Так, скорость деформации пород

- в выработках при длительных статических нагрузках составляет $V_{\varepsilon} = 10^{-12} - 10^{-10} \text{ с}^{-1}$ и менее (реологические процессы);
- при статическом режиме испытаний образцов горных пород со стандартной скоростью нагружения $V_{\varepsilon} = 10^{-3} \text{ с}^{-1}$;
- при внезапных обрушениях пород кровли $V_{\varepsilon} = (10^{-3} - 10^1) \text{ с}^{-1}$;
- при взрывах $V_{\varepsilon} = (10^1 - 10^5) \text{ с}^{-1}$.

В ходе эксперимента задавалась скорость нагружения образцов порядка 10^{-3} с^{-1} , что позволяет изучать в лабораторных условиях напряженно-

деформированное состояние массива горных пород при основных технологических горных работах, но данный диапазон скоростей не может дать достоверной информации о динамических процессах (внезапные обрушения кровли, взрывы, горные удары, землетрясения).

Полученные результаты доказывают, что для изучения изменения напряженного состояния горных пород при различных процессах необходимо вести исследования в соответствующем диапазоне скоростей нагрузки.

УДК 622.121.54

*Е.Н. КОЗЫРЕВА, с.н.с., к.т.н.,
М.В. ШИНКЕВИЧ, м.н.с., инженер
Институт угля и углехимии СО РАН
Россия, г. Кемерово*

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА МЕТАНОВЫДЕЛЕНИЕ ИЗ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ

При современных, многократно возросших, нагрузках на забои общепризнано, что существующие методы и средства оценки ситуаций, уточнения особенностей физических процессов горного производства, анализа следствий технологических решений оказываются недопустимо инерционными, приводят к запаздыванию управляющих решений или к их низкой эффективности.

Для расчетов метанообильности очистного забоя в условиях, существенно отличающихся от предусмотренных действующими нормативами, возможно использовать положения гипотезы твердых углеметановых растворов [1]. Кинетика газоистощения отбитого угля определяется по условию распада твердых углеметановых растворов в результате снятия внешней механической нагрузки.

В начале 2000-х годов ИУУ СО РАН при анализе динамики метанообильности выемочных участков установлены ее периодические изменения по мере отработки столба – газокинетический паттерн. Натурными наблюдениями доказано, что его параметры отражают реакцию углегазонасного массива на отработку пласта и соответствуют контурам сводов полных сдвижений. Используя эти особенности, представляется возможность отследить геомеханический процесс по динамике метанообильности горной выработки, считая, что газоносные пласты в области геомеханического влияния очистной выемки есть пластины-индикаторы изменений геомеханического состояния среды.

Применение изложенного подхода при анализе динамики метанообильности выемочного участка и изменений давлений в стойках механизированной крепи показало, что эти процессы гармонично связаны и подчиняются принципу вложенности с кратностью параметров, равной двум (рис.1).

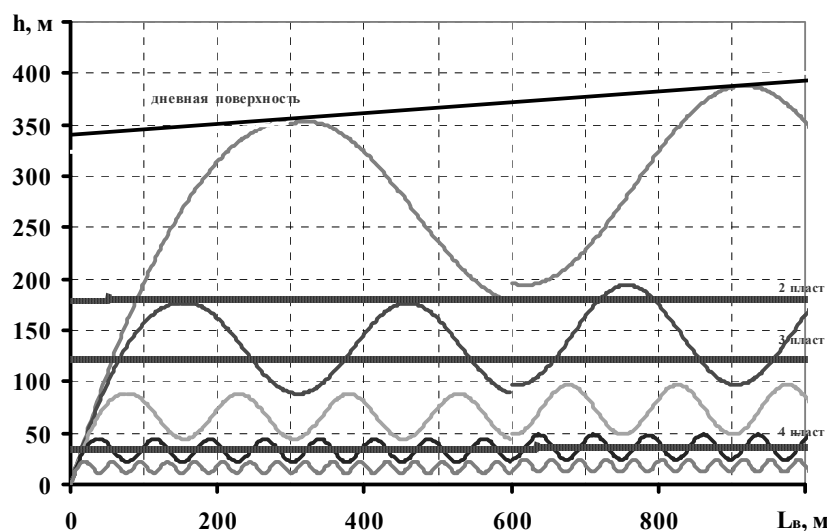
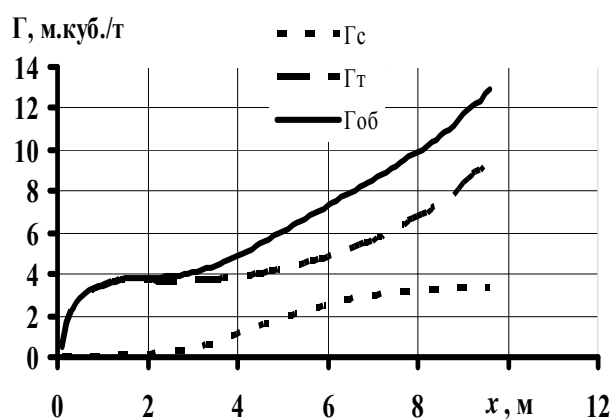


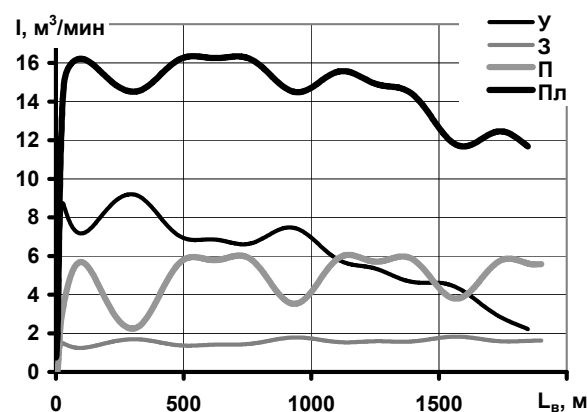
Рис.1. Схема к расчету параметров сводов сдвижений подрабатываемого массива горных пород

С использованием полученных результатов, были рассчитаны изменения горного давления впереди очистного забоя и соответствующие им изменения в структуре газоносности пласта (рис.2, 3).



Γ_c – сорбированный метан; Γ_t – растворенный метан; $\Gamma_{об}$ – суммарное.

Рис.2. Газоносность призабойной части пласта при скорости подвигания забоя 1 м/сут



У – из отбитого угля; З – через поверхность забоя; П – переток; Пл – суммарное.

Рис.3. Метановыделение из отрабатываемого пласта и его структурные составляющие

К моменту отбойки угля комбайном углеметановый пласт претерпевает ряд последовательных изменений, определяющих кинетику выделения

метана: из отбитого угля; через поверхность забоя; из пласта в выработанное пространство через вмещающие породы (переток) (рис.3).

Установленные газокинетические следствия геомеханических процессов в углегазонасыщенном массиве горных пород позволяют определить и динамику метанообильности выработанного пространства.

Представленные результаты исследований показывают преимущества расширенной научной основы комплексного управления газовыделением на высокопроизводительном выемочном участке, с оценкой ожидаемых ситуаций на любом интервале длинного выемочного столба. Заложенная в эту основу интеграция методов механики горных пород и рудничной аэрогазодинамики позволяет увязать и развить известные особенности процессов разгрузки и сдвижений массива горных пород, кинетику выделения метана из основных источников и физико-химические характеристики углеметановых геоматериалов. Таким образом, изложенное позволит повысить безопасность труда за счет прогноза метановыделения на любом интервале подвигания очистного забоя, а так же появится возможность для эффективной комплексной разработки углеметанового месторождения за счет более полного представления о его особенностях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.Д. Алексеев, Распад твердых углегазовых растворов /А.Д. Алексеев, А.Т. Айруни, И.В. Зверев и др. // Физико-технические горные проблемы. 1994, -№3, -с. 65-75.

УДК 622.81

Б.М. СТЕФАНЮК, д. т. н., проф.,

В.В. СЕНКУС, д. т. н., проф.

*Новокузнецкий филиал-институт ГОУ ВПО "Кемеровский
государственный университет"
Россия, г. Новокузнецк*

СТРУКТУРА МЕТАНА В АТМОСФЕРЕ ШАХТ

Характер образования слоевого скопления в тупиковых выработках шахт дает основание для утверждения, что метан в воздухе шахты представлен структурным надмолекулярным образованием.

Известно [1], что слоевое скопление метана образуется на определенных расстояниях от забоя. В слоевых скоплениях концентрация метана достигает от 6 до 25%. При температуре 10°C плотность воздуха 1,247кг/м³, метана 0,692кг/м³.

Выделяясь из трещин забоя, метан образует "пузырьки", которые всплывают в воздухе согласно законов: Архимеда, вязкого трения и парашютного эффекта, обусловленного силами когезии и агдезии.

Закон Архимеда имеет вид

$$F_{Ap} = V_g(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{м}}) \quad (1)$$

где F_{Ap} – сила Архимеда выталкивания "пузырька", Н

g – ускорение гравитации, м/с²;

V – объем "пузырька", м³;

$\rho_{\text{в}}, \rho_{\text{м}}$ – плотность воздуха и метана, кг/м³.

Сила вязкого трения F_{mp} , которая препятствует всплытию, равна

$$F_{mp} = \eta \frac{dU}{dx} \cdot S \quad (2)$$

где η – коэффициент динамической вязкости среды, Па·с;

$\frac{dU}{dx}$ – градиент скорости на границе "метан-воздух", 1/с;

S – площадь трения "пузырька" с воздухом, м².

Градиент скорости обусловлен парашютным эффектом

$$\frac{dU}{dx} = \frac{U_y}{2r_n k(r_n)} \quad (3)$$

где U_y – вертикальная составляющая скорости всплытия "пузырька", м/с;

r_n – радиус "пузырька", м;

$k(r_n)$ – функция распределения градиента скорости вдоль оси x , зависящая от радиуса "пузырька".

$$k(r_n) = (0,16(-\lg r_n)^{1,45})^2 \quad (4)$$

Величина функции распределения приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Функция распределения $k(r_n)$

r_n	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}
$k(r_n)$	20,33	14,98	10,65	7,23	4,62	2,75	1,43	0,62	0,19

Из закона Ньютона следует, что ускорение всплытия равно

$$a = g \left(\frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{м}}} - 1 \right) - \frac{\eta}{\rho_{\text{н}}} \cdot \frac{U_y}{2r_n (0,16(-\lg r_n)^{1,45})^2} \cdot \frac{S}{U} \quad (5)$$

при

$$\frac{S}{U} = \frac{4\pi r_n^2}{4/3\pi r_n^3} = \frac{3}{r_n} \quad (6)$$

Динамическая вязкость на границе "метан-воздух" принята

$$\eta = \frac{1}{2}(\eta_{\text{в}} + \eta_{\text{м}}) \quad (7)$$

где $\eta_{\text{в}}$ – динамическая вязкость воздуха, Па·с

при $t=10^{\circ}\text{C}$ $\eta_{\text{в}}=17,60 \cdot 10^{-8}$ Па·с;

$\eta_{\text{м}}$ – динамическая вязкость метана, Па·с

при $t=10^{\circ}\text{C}$ $\eta_{\text{м}}=10,50 \cdot 10^{-8}$ Па·с

Ускорение "пузырька" метана определяется по формуле

$$a = g \left(\frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{м}}} - 1 \right) - \frac{3}{4} \frac{(\eta_{\text{в}} + \eta_{\text{м}}) U_y}{\rho_{\text{м}} \cdot r_n^2 (0,16(-\lg r_n)^{1,45})^2} \quad (8)$$

В начальный момент, когда вязкое трение не проявляется, ускорение максимальное $a_{\text{max}}=7,87$ м/с, а при начале движения оно снижается, а при конечной установившейся скорости равно нулю, поэтому зависимость можно преобразовать в вид

$$r_n (0,16(-\lg r_n))^{1,45} = c \sqrt{U_y} \quad (9)$$

$$\text{где } c = 6,25 \sqrt{0,75 \frac{\eta_{\text{в}} + \eta_{\text{м}}}{(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{м}})g}}; \quad (\text{м}^{1/2} \cdot \text{с}^{1/2}) \quad (10)$$

$$\text{при } t=10^{\circ}\text{C} \quad C=12,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^{1/2} \cdot \text{с}^{1/2}$$

Уравнение (9) отражает зависимость между радиусом "пузырька" и вертикальной составляющей скорости всплытия "пузырька".

Учитывая результаты опытных данных из [1] по девяти шахтам с выработками сечением от 5 до 10 м² с учетом, что длина пути "пузырька" составляет 0,8 высоты выработки, при скоростях проветривания от 0,20 до 0,80 м/с, и удалении начала слоевого скопления от 20 до 115 м от груди забоя, установлена средняя скорость всплытия метана $U_y=0,0272 \pm 0,0190$ м/с или $(2,72 \cdot 10^{-2} \pm 1,90 \cdot 10^{-2})$ м/с.

Этой скорости, согласно (9) соответствуют радиусы пузырьков от 11,5 мкм ($10,5 \cdot 10^{-6}$ м) до 29,5 мкм ($29,5 \cdot 10^{-6}$ м).

Зависимость представлена на рисунке 1.

С учетом закона Авагадро установлено, что при концентрации метана 10% количество молекул в "пузырьке" составляет от $1,10 \cdot 10^{11}$ до $30,35 \cdot 10^{11}$ при среднем значении $6,74 \cdot 10^{11}$, а количество молекул CH_4 на "поверхности" "пузырька" составляет от $1,22 \cdot 10^{10}$ до $11,02 \cdot 10^{10}$ при среднем $4,88 \cdot 10^{10}$, что соответствует от 11,1% до 3,63% при среднем значении 7,25% от всех молекул в "пузырьке".

Расстояние в воздухе между "пузырьками" Δl зависит от концентрации метана W

$$\Delta l = 2r_n \left(\sqrt[3]{\frac{100}{W}} - 1 \right) \quad (11)$$

Фактические данные зависимости приведены в таблице 2.

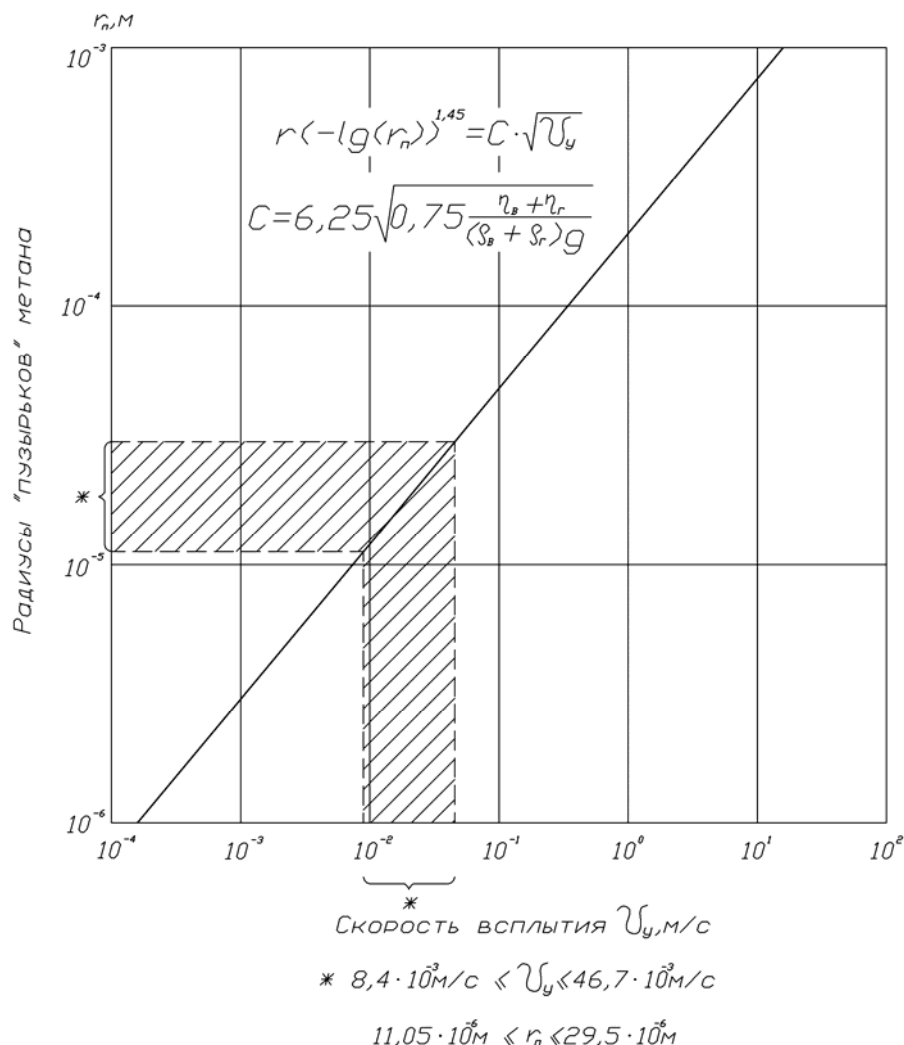


Рисунок 1 – Зависимость между скоростью всплытия и радиусами "пузырьков" метана

Таблица 2 Зависимость отношения $\Delta l / r_n$ от концентрации метана.

W%	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	5,0	6,0	8,0	10,0	16	20
$\Delta l / r_n$	11,5	7,3	6,1	5,38	4,44	3,44	3,00	2,64	2,32	1,68	1,44

На величину "пузырьков" влияет температура, что требует дополнительных исследований.

Более детальное изучение структуры может быть изучено по методике, изложенной в работе [2,3].

Выводы

1. Метан, выделяясь из угольных пластов, образует в шахтной атмосфере "пузырьки" с радиусами 20 ± 10 мкм.
2. "Пузырьки" метана содержат в среднем $0,7 \cdot 10^{12}$ молекул CH_4 .

3. "Пузырьки" метана всплывают в воздухе с конечной скоростью $2,8 \pm 2,0$ см/с.

4. Структура "пузырьков" в зависимости от температуры требует дополнительных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. К.З.Ушаков Газовая динамика шахт, М.: Недра, 1984 – 248 с.
2. Б.М. Стефанюк, Я.Б. Стефанюк– Вязкость как интегральное свойство структуры газов // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов/ Материалы VIII Международной конференции г. Горно-Алтайск 19-23 сентября 2007 г. т. II, - Горно-Алтайск: РИО Горно-Алтайского госуниверситета, 2007 г. – С. 292 – 295.
3. Б.М. Стефанюк, В.В. Сенкус, Я.Б. Стефанюк – Надмолекулярная структура газов тропосферы, - Там же - С.301-303.

УДК 622.4

*М.В. ЧЕРЕДНИЧЕНКО, ведущий специалист, к. т. н.
Департамента труда и занятости населения Кемеровской Области
Россия, г. Кемерово*

ВЛИЯНИЯ КАПТАЖА МЕТАНА ГАЗООТСАСЫВАЮЩИМИ ВЕНТИЛЯТОРАМИ НА МЕТАНООБИЛЬНОСТЬ ШАХТ

Исследования влияния каптажа метана газоотсасывающими вентиляторами на метанообильность угледобывающих объектов проведена по всем шахтам Кузбасса, по угледобывающим районам, по шахте в целом и по объектам шахты (горизонту, шахтопласту, крылу, очистным и подготовительным выработкам).

В результате реструктуризации угольной отрасли в 90-е годы, дегазацией на шахтах практически перестали заниматься. Если в конце 80-х годов 48 шахт Кузбасса применяли дегазацию, то к 2000 году общее количество шахт применяющих дегазацию сократилось до 13. Это не замедлило сказаться на увеличении числа взрывов метана [1]. Из двух основных мер борьбы с метаном предпочтение было отдано вентиляции, как менее затратной, в ущерб дегазации. Согласно Правил Безопасности дегазация шахт должна применяться в том случае, когда не возможно обеспечить концентрацию метана в воздухе в пределах установленных норм [2, 3, 4]. Под дегазацией понимается совокупность мероприятий направленных на извлечение и улавливание метана, выделяющегося из различных источни-

ков, с изолированным отводом его на поверхность или в горные выработки в которых возможно разбавление газа до безопасных концентраций.

В настоящее время вместо "дегазации" угольных пластов стала применяться давно исследованная и известная [5, 6] комбинированная схема вентиляции выемочных участков, но с использованием высокодепресссионных (до 17000Па) газоотсасывающих вентиляторов типа УВЦГ-7; 9; 15 производительностью до 50м³/с, которые стали отсасывать из выработанных пространств высококонцентрированные метановоздушные смеси. Этот способ предусматривает отвод части метана из выработанного пространства на фланг участка и таким образом изменяет схему вентиляции участка с возвратноточной на комбинированную [7, 8, 9]. Проведенные исследования показали, что применение каптажа метана из выработанных пространств изменяет абсолютную и относительную метанообильность.

Опыт работы шахт показывает, что применение высокодепресссионных и малопроизводительных газоотсасывающих вентиляторов резко увеличивает абсолютную и относительную метанообильность шахт. А поскольку абсолютная метанообильность прямо пропорционально связана с концентрацией метана, то это приводит к загазированию выработок, взрывам метана и гибели людей в шахтах. Установлено, что удаление метана газоотсасывающими вентиляторами из выработанных пространств увеличивает относительную метанообильность в 3,3 раза, а абсолютную метанообильность шахт в среднем в 2 раза, что требует увеличения расхода подаваемого воздуха во столько же раз, а иначе это приводит к росту концентрации метана до взрывоопасного предела.

Исследования влияния каптажа метана газоотсасывающими вентиляторами оценено в целом по всем угольным районам Кузбасса, а детально это изучено по Ленинскому району, как наиболее метаноопасному. Расчеты, по предлагаемым автором статьи формулам, показали, что средняя абсолютная метанообильность 10 шахт района без каптажа метана в два раза меньше, чем с каптажем, а добыча угля с каптажем метана больше всего в 1,1 раза. Исследования влияния каптажа метана на метанообильность каждой шахты в отдельности показали аналогичные результаты шахтам Кузбасса в целом. При этом каптаж метана в объектах шахты изменяет вид возрастающего характера абсолютной и относительной метанообильности, что приводит к изменению количественной величины оптимальной по метану добычи угля и уровня метанообильности.

Рост абсолютной метанообильности, определяющей рост относительной метанообильности, происходит за счет выделения метана не из добываемого угля, а отсоса его из под- и надрабатываемых пластов-спутников и вмещающих пород. В связи с этим для предотвращения загазирования атмосферы горных выработок, особенно очистных забоев следует выбирать наиболее эффективные вентиляционные схемы для разжижения

выделившегося метана воздухом до допустимой по Правилам Безопасности концентрации газа.

Применение указанных мер позволит исключить наличие высоких концентраций, нередко достигающих 40-50% и более, которые при определенных условиях приводят к взрывам и массовой гибели людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шахты Кузбасса : справочник / В. Е. Брагин, П. В. Егоров, Е. А. Бобер [и др.]. – М. : Недра, 1994. – 352 с.
2. Руководство по дегазации угольных шахт. – М. : Недра. 1975. – 189 с.
3. Руководство по дегазации шахт / МУП – М., 1990. – 185 с.
4. Руководство по дегазации угольных шахт России / ИПКОН ГП им. А.А. Скочинского. – М. : Недра. 2002. – 216 с.
5. В.А. Колмаков, Исследование условий скопления и возможностей снижения концентраций метана в пределах очистных участков шахт : дис... канд. техн. наук. Кемерово, КузПИ, 1968. – 22 с.
6. А.А. Мясников, Проветривание горных выработок при различных системах разработки / А.А. Мясников. – М. : Госгортехиздат, 1962. – 250 с.
7. Ф.С. Клебанов Об управлении газовыделением из выработанного пространства / Ф.С. Клебанов. Уголь. – 1957. - №10. – С. 15-17.
8. Ф.С. Клебанов О движении воздуха по горным выработкам при наличии выработанных пространств. / Ф.С. Клебанов : докл. АН СССР. – М, 1957, 1113, №4. – С. 96-99.
9. В.А. Колмаков Разработка мер борьбы со взрывами при газоотсасывающих вентиляторах на шахтах. / В.А. Колмаков, В.В. Колмаков, С.Р. Игбердин : сб. тр. IV Междунар. науч.– практ. конф. – Кемерово, 2000. – С. 78-80.

УДК 622.4

*М.В. ЧЕРЕДНИЧЕНКО, ведущий специалист, к. т. н.
Департамента труда и занятости населения Кемеровской Области
Россия, г. Кемерово*

МЕТОДЫ ПРОГНОЗА ГАЗООБИЛЬНОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ МЕТАНООПАСНОСТИ ШАХТ

Под прогнозом газообильности в настоящее время понимается предварительный расчет ожидаемого относительного газовыделения в горные выработки проектируемой шахты или в проектируемые выработки дейст-

вующей шахты [1]. Прогноз газообильности необходимо знать при проектировании вентиляции и дегазации новых шахт и горизонтов. Достоверность данного прогноза зависит не столько от точности самих расчетов, сколько от его видов.

В настоящее время действующими нормами регламентируются следующие виды прогноза относительной газообильности шахты: по известной начальной относительной газообильности и градиенту ее нарастания с глубиной (горностатистический метод); по разности между природной и остаточной газоносностью угля или пород.

Кроме того, известны альтернативные и рекомендуемые для внедрения методы прогноза: по средней абсолютной газообильности с единицы поверхности в единицу времени на основе градиента газового давления; по газоносности и смещениям массивов; по разности потенциальных функций характеризующих массивы при различных режимах фильтрации в них газов и др.

Опыт работы шахт РФ и СНГ показывает, что в настоящее время средняя абсолютная газообильность шахт Кузнецкого и Карагандинского бассейнов составляет 40-90 м³/мин, а относительная газообильность отдельных шахт достигает 100-150 м³/т [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и др.]. В связи со значительным увеличением за последние годы метаноопасности шахт, определение метаноопасности проветриваемых объектов, при делении их на категории (шахта, пласт, крыло, участок, выработка) по относительной газообильности позволяет определить осредненную во времени и пространстве величину относительной газообильности в зависимости от осредненной добычи угля в течение года, но такой подход к оценке метаноопасности объекта вряд ли можно считать оправданным, поскольку средняя относительная метаноопасность объекта, во-первых изменяется в течение года из-за горно-геологических и горнотехнических условий, а во-вторых, из-за неоднозначности связи относительной газообильности с концентрацией метана, которая вызывает загазирование рудничной атмосферы и связанные с этим последствия.

По этим же причинам трудно оценить метаноопасность шахт при прогнозе, который представляет большой практический интерес. Нормативный метод прогноза относительной газообильности, который действует в течение последних 50 лет позволяет решать многие задачи вентиляции шахт. Основными достоинствами его являются: принцип прогноза – от частного к общему, т.е. от выработки к шахте в целом, а так же учет природной и остаточной газоносности угля и пород.

Данный метод позволяет определить величину относительной газообильности, но не позволяет прогнозировать метаноопасность шахты на следующий период. Такой подход к прогнозу метаноопасности шахт

на перспективу нельзя считать оправданным, поскольку относительная газообильность шахты зависит от величины добычи угля.

Ввиду развития науки, техники и технологии добычи угля современные методы прогноза газообильности шахт требуют совершенствования. Так согласно нормативного руководства по проектированию вентиляции угольных шахт [9] ожидаемая газообильность действующей шахты может определяться на основе фактической относительной газообильности, рассчитанной по абсолютной газообильности и добыче угля или на основе природной и остаточной метаноносности угольных пластов и пород.

Наличие разных путей подхода к прогнозу газообильности не позволяет однозначно оценить метаноопасность объектов шахты не связанных с добычей угля, но являющихся источниками газовыделения и опасности. Этот же недостаток имеет прогноз относительной газообильности и шахтопласта рекомендованный руководством по проектированию вентиляции угольных шахт, где для выемочных участков определяется относительная газообильность, а для подготовительных, погашаемых и монтажных выработок определяется абсолютная газообильность, которая затем пересчитывается на относительную газообильность шахтопласта.

Такой комбинированный порядок расчета газообильности можно объяснить сложностью расчета процесса метанопереноса из деформируемого массива, окружающего выемочный участок.

Вид прогноза газообильности определяет выбор критерия оценки метаноопасности шахты и мер борьбы с газом. В настоящее время все угольные шахты по метаноопасности делятся на 5 категорий и к каждой категории предъявляются свои требования газового режима [10]. Интервал деления шахт на категории через $5\text{м}^3/\text{т}$ был оправдан уровнем техники и технологии 50 лет назад, когда добыча угля из очистного забоя составляла 500-1000т/сут [11]. В настоящее время добыча угля из очистных механизированных забоев достигает 10000-15000т/сут и более, что изменило структуру газового баланса и вызвало необходимость изыскивать новые меры борьбы с газом. Отсутствие достоверных данных прогноза делает эти меры не всегда эффективными, что подтверждается последствиями проявления и взрывов газа.

Опыт работы современных шахт показывает, что при отработке выемочных столбов угля длина их по простиранию пласта увеличилась с 400-500м до 3000м и более [5]. В связи с этим просматривается до пяти периодов отработки выемочных столбов угля со свойственной величиной элемента газового баланса каждому периоду [12]. Например, в начальный период отработка выемочного столба до обрушения пород кровли газообильность его складывается из добываемого угля. После обрушения пород кровли и вовлечения в процессе газоотдачи под и надрабаиваемые пласты – спутники и вмещающие породы, структура газового баланса становится

другой, что требует применения иных мер борьбы с газом и более достоверного прогноза газообильности.

Необходимость учета периодов времени работы при прогнозе газообильности касается не только выемочных столбов, а всех объектов (шахты в целом, шахтопласта, горизонта, крыла, выемочного участка и выработки), что имеет важное значение при определении допустимых на них нагрузок по добыче угля и расчете расхода воздуха.

В связи с развитием техники технологии и особенно с увеличением интенсивности добычи угля возникает необходимость разработать новый метод оценки метаноопасности шахт для повышения эффективности добычи угля, безопасности и сохранения жизни и здоровья трудящихся.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Б. Г. Тарасов, прогноз газообильности выработок и дегазация шахт / Б. Г. Тарасов. – М. : Недра, 1973. – 208 с.
2. Л.И. Ивашнев, Основные итоги реформирования угольной отрасли России. / Л. И. Ивашнев. – М. : МГГУ, 2004. – 54 с.
3. Г.Д. Лидин, Газовый баланс шахт, прогноз их газообильности и способы управления газовыделением // Горное дело. Энцикл. справочник. – М. : Углетехиздат, 1958. – С. 19-61.
4. Ю.Н. Малышев, Фундаментально прикладные решения проблемы метана угольных пластов / Ю.Н. Малышев, К.Н. Трубецкой, А.Т. Айруни. М. : Академия горн. наук, 2000. – 219 с.
5. Основы горного дела : учеб. пособие / А.В. Ремезов [и др.]. – Кемерово. : Кузбассвуиздат, 2006. – 328 с.
6. Г.Г. Стекольников, Управление аэродинамическими процессами в многосвязной комбинированной вентиляционной системе угольных шахт : дис. д-ра техн. наук. – Кемерово, 2000. – 497 с.
7. К.З. Ушаков, Аэрология горных предприятий : учебник, / К.З. Ушаков [и др.]. – М. : Недра, 1987. – 421 с.
8. Шахты Кузбасса : справочник / В.Е. Брагин, П.В. Егоров, Е.А. Бобер [и др.]. – М. : Недра, 1994. – 352 с.
9. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. Утв. МУП СССР, 18.06.1989. – Макеевка – Донбасс, 1989. – 319с.
10. Правила безопасности в угольных шахтах (инструкции). Утв. постанов. Госгортехнадзора РФ №67 от 30.12.1994. – Самара. 1996. – 356 с.
11. А.Э. Петросян, Выделение метана в угольных шахтах / А.Э. Петросян. – М. : Наука, 1975 – 188 с.
12. Руководство по управлению газовыделениями на шахтах Кузбасса / К.А. Ефремов [и др.]; ВостНИИ– Кемерово, 1964. – 77 с.

УДК 622.831

*И.С. ЕЛКИН, к.т.н., доц.,
В.В. ДЫРДИН, д.т.н., проф.,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ УВЛАЖНЕНИЯ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА

Безопасность горных работ актуальна на всех этапах разработки угольных пластов. Одним из путей ее обеспечения является повышение эффективности процесса предварительного увлажнения угольных пластов который является одним из наиболее сложных процессов, и его оптимизация очень важна также и с экономических позиций.

Повышение эффективности профилактических мероприятий может быть достигнуто путем применения автоматических комплексов и роботизации основных технологических процессов. Для этого на предварительном этапе определяются технологические параметры нагнетания в условиях данного угольного пласта. Затем, в соответствии с расчетом, производится бурение скважин, герметизация, подключение к нагнетательной установке. В процессе нагнетания важно выбрать в каждом конкретном случае темп нагнетания, т.е. определить количество нагнетаемой жидкости в единицу времени [2].

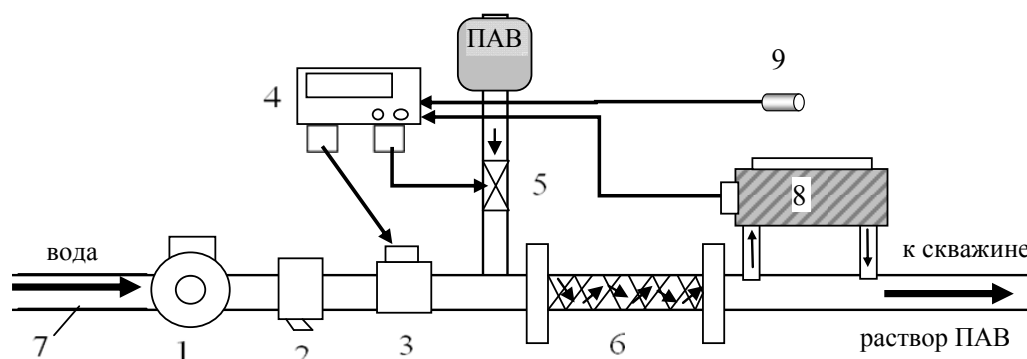
Дополнительно в массиве устанавливаются датчики контроля качества увлажнения или система контроля процесса увлажнения [3].

В системе контроля используется один из известных методов или их совокупность. Наиболее перспективными с точки зрения практического применения являются косвенные методы: электрометрический и акустический [4]. Первый из них определяет косвенно влажность угольного массива по удельному сопротивлению угля или распределению потенциалов в массиве, а второй – по скорости распространения упругой волны и по изменению ее интенсивности в различных точках массива.

В процессе нагнетания сигнал от датчиков поступает на компьютер, где обрабатывается и с помощью корректирующей программы устанавливаются новые параметры нагнетания, т.е. нагнетательная установка управляется с помощью компьютера.

Кроме того, эффективность процесса увлажнения можно повысить путем применения растворов ПАВ (поверхностно-активные вещества). В этом случае параметром изменения и контроля является концентрация ПАВ в растворе. Согласно [1] максимально эффективное увлажнение протекает при определенной концентрации ПАВ, когда краевой угол смачивания достигает минимального значения, а коэффициент фазовой проницае-

мости максимален. Приготовление раствора ПАВ происходит в смесителе перед непосредственным введением в скважину. Дозирование ПАВ в воду осуществляется автоматическим дозатором и управляется компьютером [4]. На рис. 1 представлена блок-схема такого устройства.



*Рис. 1. Блок-схема системы управления процессом увлажнения
1 – насос; 2 – магнитные фильтры; 3 – счётчик с импульсным датчиком; 4 – электронный дозатор; 5 – управляемый клапан; 6 – статический реактор-смеситель; 7 – водонапорная магистральная труба; 8 – датчик качества смеси; 9 – электрометрический или акустический датчик*

При высоких темпах нагнетания лучше использовать дозаторы проточного типа, что позволяет легко автоматизировать процессы приготовления раствора ПАВ с оптимальной концентрацией и достичь высоких экономических показателей. При низких темпах нагнетания можно использовать предварительно приготовленный раствор из специальной емкости. В этом случае не требуется сложного материалоёмкого оборудования, но становится невозможным или проблематичным корректировка концентрации ПАВ во время нагнетания, увеличивается время на профилактические работы, и снижаются экономические показатели.

Схема расположения оборудования в подготовительной выработке при автоматизированной системе увлажнения представлена на рис. 2.

Комплекс мероприятий сводится к следующим основным операциям:

1. В лабораторных условиях определяются фильтрационные свойства угольного пласта, наиболее эффективное ПАВ и его оптимальная концентрация.

2. По результатам измерений по программе рассчитываются технологические параметры увлажнения: длина скважин, расстояние между скважинами, время нагнетания, давление, темп нагнетания;

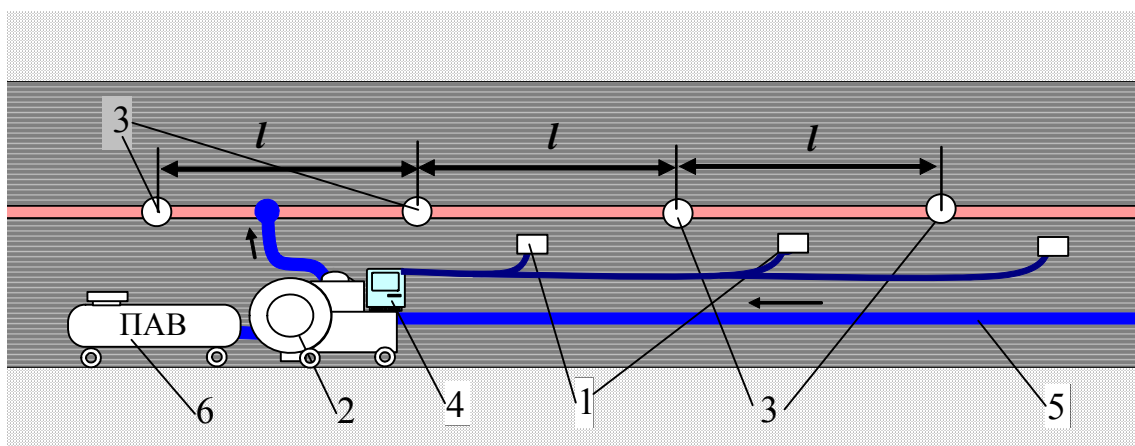


Рис. 2. Технологическая схема автоматического управления процессом увлажнения: 1 – акустические датчики; 2 – насос; 3 – увлажняющие скважины; 4 – блок управления (компьютер); 5 – трубопровод шахтного водоснабжения; 6 – емкость для ПАВ

3. В шахтных условиях в соответствии с расчетом бурятся скважины, устья скважин герметизируются и подключаются к нагнетательной установке.

4. Устанавливается система контроля за процессом увлажнения.

5. В соответствии с расчетом производится нагнетание раствора ПАВ. Концентрация ПАВ в растворе устанавливается дозатором по расчетной концентрации и в последующем корректируется компьютером по программе с использованием сигналов от датчиков.

6. По достижении максимальной влажности, что определяется системой управления и компьютером, нагнетание прекращается.

Таким образом, представлена технологическая схема повышения эффективности увлажнения на основе использования систем автоматического контроля достигнутой влажности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. И.С. Елкин, Повышение эффективности низконапорного увлажнения угольных пластов. / И.С. Елкин, В.В. Дырдин, В.Н. Михайлов. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2001. – 100 с.
2. Выбрособезопасность на гидрошахтах Кузбасса / П.В. Егоров, В.А. Рудаков, А.В. Шадрин и др.; Акад. горных наук, Кемер. отд-ние, Кемерово: Кузбассвуиздат, 2000. – 153 с.
3. А.И. Шиканов, Оценка ударо- и выбросоопасности увлажненных зон угольных пластов / А.И. Шиканов, В.В. Дырдин, О.П. Егоров и др. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2000. – 134 с.
4. М.В. Соколов, Автоматическое дозирование жидких сред / М.В. Соколов, А.Л. Гуревич. – Л.: Химия, 1987. – 400 с.

УДК 622.271.333: 550.372

*С.М. ПРОСТОВ, д.т.н., проф.,
Н.А. СМЕРНОВ, инженер,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССОВ ВЛАГОНАСЫЩЕНИЯ И ПРОГНОЗ УСТОЙЧИВОСТИ УЧАСТКОВ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БОРТА КАРЬЕРА НА ОСНОВЕ ИНВЕРСИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗОНДИРОВАНИЙ

Разрез "Бачатский", филиал угольной компании "Кузбассразрез-уголь" – одно из крупнейших угледобывающих предприятий Кузбасса. В последние годы на разрезе имели место деформации участков борта на верхних горизонтах, сложенных песчано-глинистыми отложениями. Объемы оползней достигали 300 тыс. м³. Ситуация осложняется тем, что активизация деформаций связана с поверхностными и подземными водами.

На основе комплексного мониторинга техногенных грунтовых массивов угольных разрезов Кузбасса разработан алгоритм прогноза устойчивости глинистых откосов, учитывающий гидродинамическое состояние прилегающего массива горных пород и включающий расчет коэффициента запаса устойчивости с использованием геологических изысканий, лабораторных испытаний образцов, гидрогеологического контроля и результатов геофизического мониторинга (рис. 1).

Изменение электрофизических свойств высокопористых глинистых грунтов вследствие их влагонасыщения позволяет контролировать геометрические параметры обводненных зон по аномалиям электрических полей.

Разработана методика контроля гидрогеологического состояния бортов угольных разрезов методом вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ), основанная на локализации влагонасыщенных зон путем инверсии кривых ВЭЗ с помощью программы IPI2Win.

Алгоритм интерактивной интерпретации данных ВЭЗ на участках четвертичных отложений бортов карьеров включает: выбор опорных моделей геоэлектрического разреза изучаемого профиля на основе предварительного анализа априорной информации в виде координат аномального слоя, полученных по данным визуальных наблюдений ($\Delta h = \pm 0,5$ м); определение диапазонов изменений электрических свойств пород и координат границ слоев посредством лабораторных испытаний образцов, полученных из опорных скважин; определение типов геоэлектрических разрезов путем визуального сопоставления всех графиков ВЭЗ (A , K , H , Q).

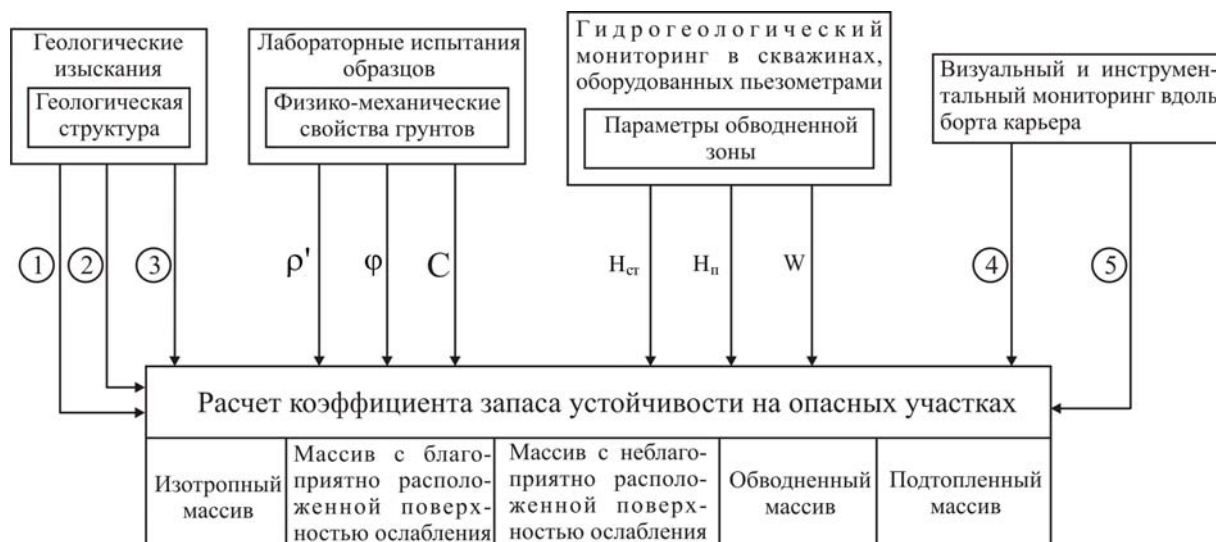


Рис. 1. Алгоритм прогноза устойчивости глинистых пород:
 1 – характеристики изменений свойств массива в пространстве; 2 – стратиграфический разрез; 3 – соотношение литологических разностей; 4 – визуальные признаки развития оползня; 5 – гидрогеологические аномалии; ρ' – средняя плотность грунта; ϕ – угол внутреннего трения; C – сцепление; $H_{ст}$ – статический уровень воды; $H_{п}$ – избыточное поровое давление; W – влажность

Расчетная часть алгоритма представляет собой одномерную инверсию графиков ВЭЗ и включает: формирование массива данных опорных моделей; решение прямой задачи электроразведки с расчетом кривых кажущегося электросопротивления, соответствующих опорным моделям; корректировку опорных моделей посредством минимизации квадратичных невязок между исходными полевыми кривыми и результатами расчетов по опорным моделям:

$$I(\rho_1, d_1, \rho_2, d_2, \rho_3, d_3, \dots, \rho_N) = I(\vec{p}) = \sqrt{\sum_{j=1}^M (\rho_{kj} - \rho_{kj}^m)^2} = \min,$$

где M – общее число отсчетных точек; \vec{p} – вектор, составленный из параметров геоэлектрического разреза; ρ_{kj} , ρ_{kj}^m – эффективные УЭС полевых измерений и опорных моделей; построение одномерных 3-слойных геоэлектрических разрезов изучаемых профилей с вертикальными границами влагонасыщенных зон и объемной геоэлектрической модели прибортового массива.

Объектом исследования являлся массив горных пород, прилегающий к западному борту участка №4. К участку прилегает отвал вскрышных пород, организованный на месте бывшего гидроотвала. В четвертичных от-

ложениях по контакту с коренными породами сформировались фильтрационные коллекторы, способствующие разгрузке влагонасыщенного массива складированных грунтов. Распространение возникших деформаций по простирацию борта составило 160–180м, по падению – 130м. Средняя мощность – 10–12м. Объемы деформированных участков массива составили от 50 до 300 тыс. м³. Обработка результатов ВЭЗ по двум профилям, параллельным борту, позволила выявить расположение гидрогеологических аномалий. Электросопротивление этих зон было в 1,5–3 раза меньше сопротивления вмещающих пород. Абсолютные значения истинных УЭС в аномальных зонах изменялись в диапазоне $\rho = 8\text{--}20 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, что соответствует влагонасыщенному состоянию песчано-глинистых четвертичных отложений.

По установленным геометрическим параметрам влагонасыщенных зон коэффициент запаса устойчивости определяли по трем схемам: без учета обводненности откосов или их оснований; с учетом наличия одного водоносного горизонта напорного и безнапорного характера, причем для повышения точности прогноза прочностных параметров C и ϕ для предельного состояния массива ($K_y = 1$) были проведены обратные расчеты. Результаты прогноза устойчивости борта для четырех наиболее опасных профилей приведены на рис. 2.

Проведенные исследования позволили установить, что при мониторинге и прогнозе устойчивости участков бортов карьеров, сложенных песчано-глинистыми грунтами четвертичных отложений, необходимо применять следующие технологические решения:

- расчетные модели борта составлять с учетом выявленных при геофизическом мониторинге аномалий геологической структуры массива в виде ослабленного водонасыщенного слоя;

- в расчетах устойчивости применять скорректированные прочностные параметры грунтов, полученные путем обратных расчетов для профилей с наиболее развитыми деформациями борта.

Анализ полученных результатов показал, что без результатов геофизического мониторинга величина коэффициента запаса устойчивости борта может быть завышена на 19–88%, а без корректирования прочностных свойств грунтов – на 11–56%.

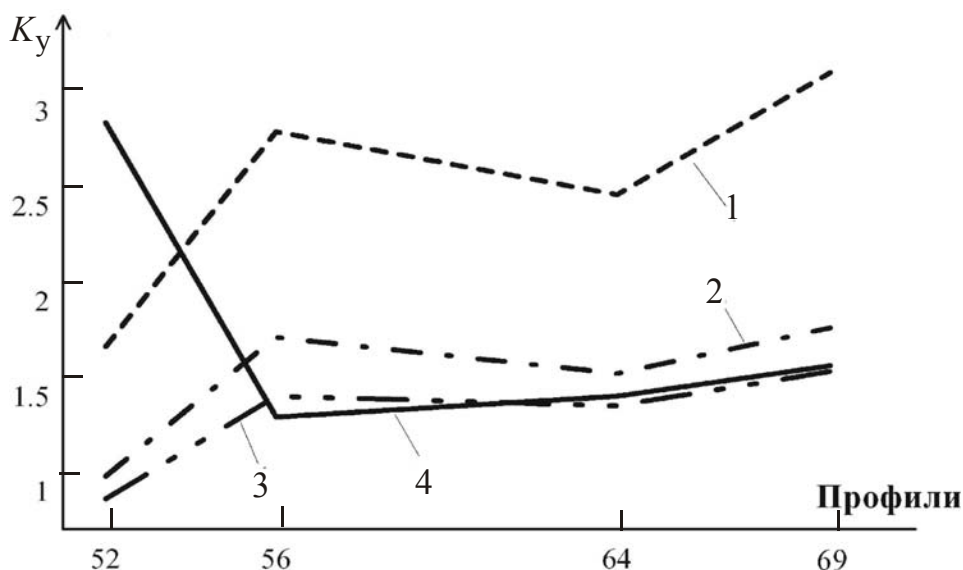


Рис. 2. Результаты расчета коэффициента запаса устойчивости K_y по профилям:

1 – по результатам инженерно-геологических изысканий ($C = 56$ кПа, $\varphi = 26^\circ$) по схеме с водонасыщенным слоем; 2 – по скорректированным данным ($C = 25$ кПа, $\varphi = 15^\circ$) по схеме с водонасыщенным слоем; 3 – то же для подтопленного массива; 4 – то же после оползня

УДК 622.271.333

*М.В. ГУЦАЛ, к.т.н., доц.,
С.М. ПРОСТОВ, д.т.н., проф.,
Р.Г. КЛЕЙМЕНОВ, соискатель,
Е.А. КАПРАЛОВ, студент, К.В. ЧУХНОВ, студент
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ТЕХНОГЕННЫХ МАССИВОВ ГИДРООТВАЛОВ

Вследствие ответственности и повышенной промышленной опасности гидроотвалов маркшейдерские службы угольных разрезов вынуждены вести непрерывный мониторинг геомеханического состояния и прогноз устойчивости их откосов. Для решения геомеханических задач применяют комплекс инженерно-геологических, маркшейдерско-геодезических, гидрогеомеханических и геофизических методов. Эти методы относятся к региональным и локальным, т.к. характеризуются базой измерений от единиц

до сотен метров. Гидроотвалы имеют большие площади, поэтому значительная часть их участков недоступна для визуального осмотра и наземных наблюдений. Актуальным представляется развитие методов мониторинга этих объектов, в частности, на основе глобальных аэрофотографических измерений.

На угольных разрезах ОАО УК "Кузбассразрезуголь" с 1980 г. начаты работы по применению аэрофотосъемки для создания автоматизированной системы планирования и контроля горных работ. В настоящее время основной объем работ по созданию и обновлению цифровых моделей угольных разрезов выполняет ООО "Геоинформация". Упрощенная схема аэрофотограмметрического мониторинга представлена на рис 1.

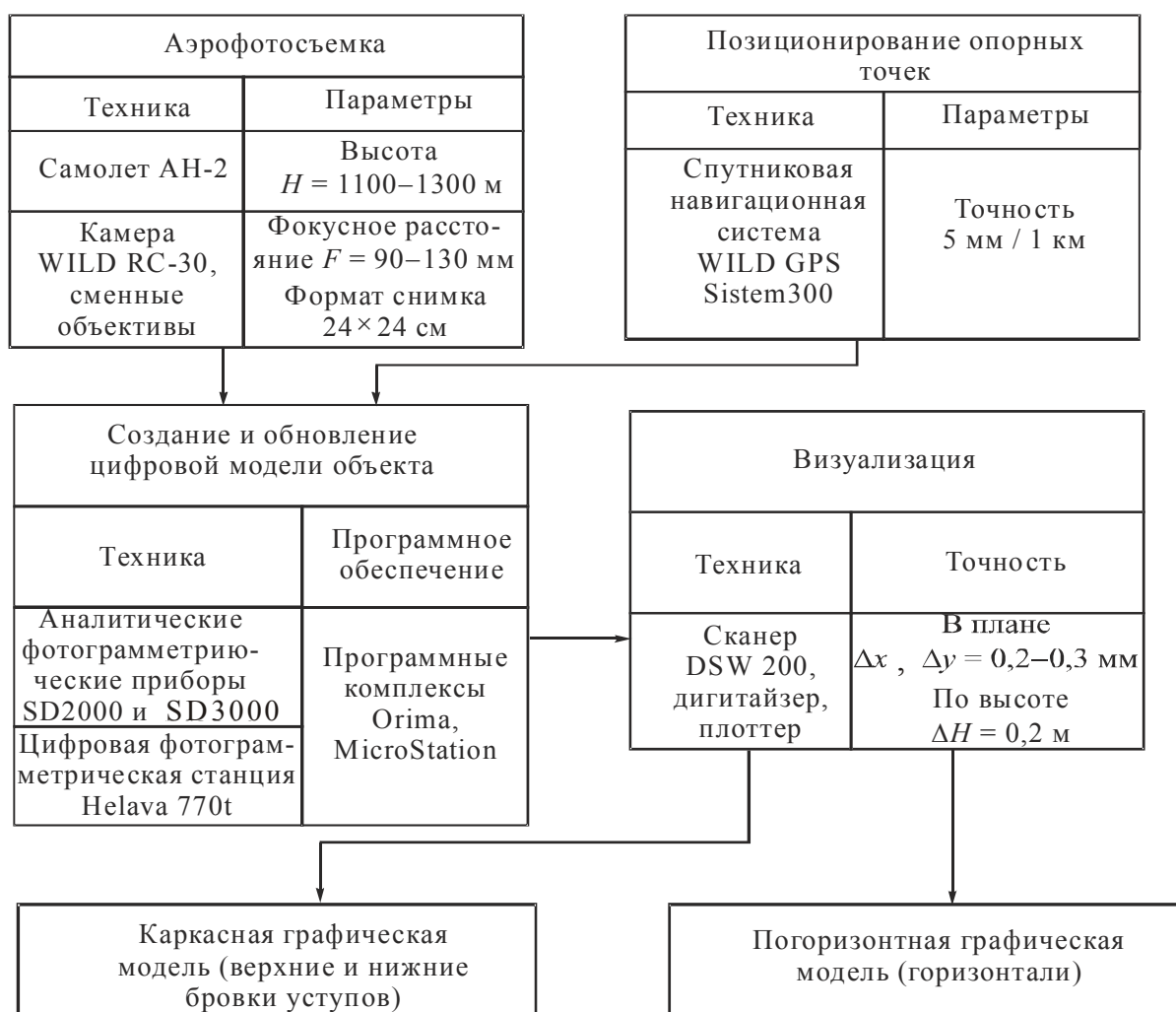


Рис. 1. Схема аэрофотограмметрического мониторинга

Она включает следующие этапы:

- проведение фотографических измерительных работ, включающих собственно аэрофотосъемку и позиционирование опорных точек;
- создание и обновление цифровых моделей объектов с помощью

аналитической и цифровой аппаратуры;

– визуализация цифровой информации.

В зависимости от особенностей элементов горных работ объекты отображаются на плане двумя способами:

– в виде структурных линий, не нарушающих гладкость моделируемой поверхности (чаще всего, это верхние и нижние бровки уступов);
– горизонталями (изолиниями равной высоты).

Структурные линии образуют каркасную модель, которая содержит геометрическую (координаты вершин) и топографическую (форма линий, соединяющих вершины) информацию.

Высокая точность созданных цифровых моделей (0,2–0,3мм в плане и 0,2м по высотным отметкам) позволяет расширить область их применения для периодического контроля горизонтальных смещений и вертикальных оседаний техногенных массивов гидроотвалов.

Разработан программный комплекс для диагностирования деформаций техногенных массивов гидроотвалов по данным периодического аэрофотомониторинга.

Укрупненная блок-схема программы “Расчет оседаний гидроотвала” представлена на рис. 2. Программа предназначена для выявления зон вертикальных оседаний массива пород гидроотвалов угольных разрезов, на основе обработки банка данных, полученных путем фотограмметрических измерений.

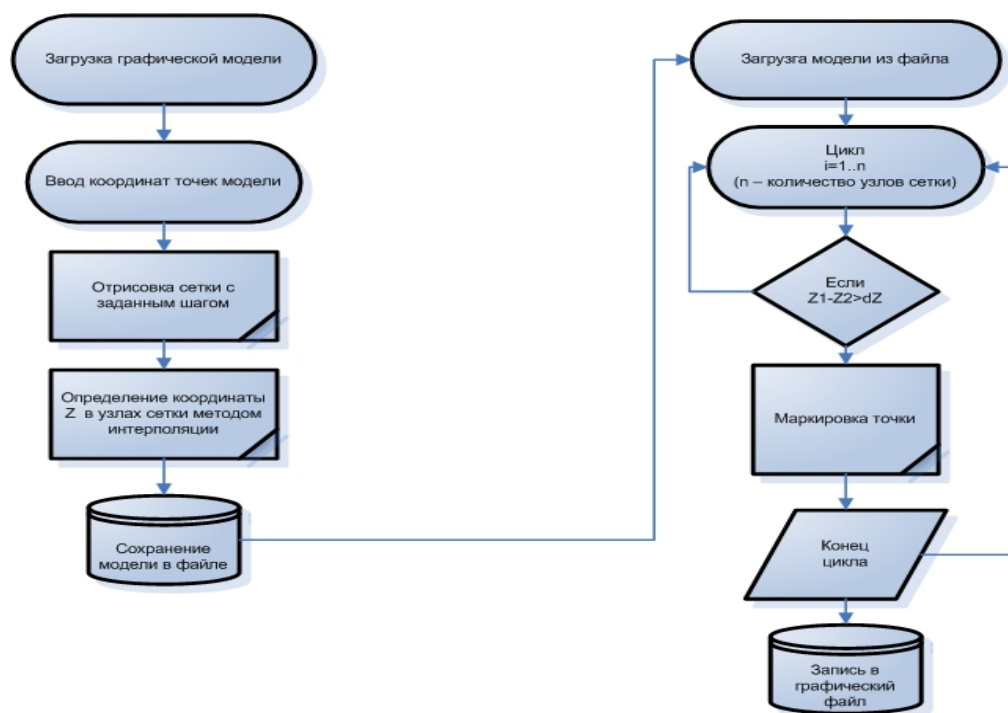


Рис. 2. Алгоритм диагностирования оседаний

На первом этапе выполняется создание цифровой модели высотных отметок гидроотвала с заданным шагом. Затем ряд последовательных во времени моделей используются для сравнения друг с другом, в результате чего выявляются зоны вертикальных оседаний и выполняется их маркировка.

Алгоритм диагностирования вертикальных оседаний основан на обработке исходной и текущей погоризонтных моделей. Для реализации алгоритма на план участка наносят сетку с шагами Δx и Δy . Обработка сводится к распознаванию и маркировке узлов сетки, в которых выполняется условие $z' - z'' > \Delta z_r$. Точность контроля определяется техническими характеристиками используемой аппаратуры и составляет 0,2 м.

На рис. 3 представлена укрупненная блок-схема программы “Расчет смещений гидроотвалов”, предназначенной для выявления зон горизонтальных смещений уступов и бортов гидроотвалов угольных разрезов.

Программа выполняет формализацию каркасной модели уступов бортов карьеров. Путем сопоставления моделей выявляются зоны горизонтальных смещений, а также находится максимальное смещение, площадь зоны смещения и выполняется маркировка.

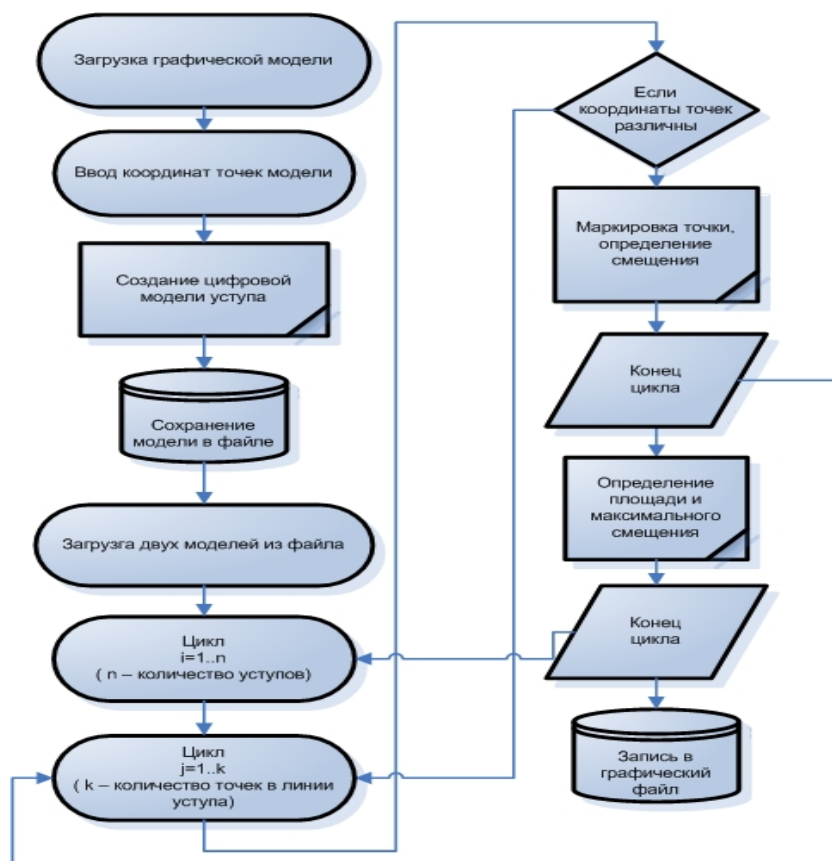


Рис. 3. Алгоритм диагностирования горизонтальных смещений

Алгоритм диагностирования горизонтальных смещений основан на обработке исходной и текущей каркасных моделей объекта. При анализе i -ого контура производится идентификация границ изменений, рисовка нового контура и маркировка зон, для которых смещение и площадь зоны смещений превышают заданные граничные значения. При компьютерной обработке каркасных моделей точность мониторинга определяется только техническими параметрами фотограмметрической аппаратуры и практически не ограничена.

Применение описанного программного комплекса позволит повысить информативность геомониторинга и безопасность эксплуатации гидроотвалов.

УДК 622.822

В.А. ПОРТОЛА, д.т.н., проф.,
С.Н. ЛАБУКИН, аспирант,
*Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ОЦЕНКА РАБОТЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ САМОНАГРЕВАНИЯ УГЛЯ

Подземные эндогенные пожары относятся к наиболее тяжелым авариям в угольных шахтах. Последствиями их возникновения могут быть консервация огромных запасов угля, подготовленных к выемке, сдерживание темпов развития горных работ, возможен большой материальный ущерб, а в ряде случаев эндогенные пожары создают угрозу здоровью и жизни горнорабочих.

Ликвидация эндогенных пожаров, перешедших в стадию пламенного горения очень трудоемкий процесс, сопряженный с рядом опасных факторов. Поэтому для предотвращения развития эндогенных пожаров необходимо своевременно применять профилактические мероприятия, а особенно важно обнаруживать раннюю стадию процесса самонагрева угля.

С целью обнаружения ранней стадии процесса самовозгорания угля, известен способ, основанный на измерении влагосодержания воздуха [1]. Однако шахтные исследования показали, что данный метод не срабатывает при влажности, близкой к 100%. Для повышения эффективности обнаружения самонагрева угля был предложен способ, основанный на контроле жидкого аэрозоля, образующегося в воздухе после прохождения разогретого угля [2]. Для оценки содержания в рудничной атмосфере жидкого аэрозоля, образовавшегося в воздухе после прохождения через нагретый

уголь, использовался адсорбционный метод. Применение данного метода позволяет оценить количество жидкого аэрозоля, образовавшегося в результате конденсации пара в выработанном пространстве и горных выработках. Проведенные ранее исследования показали, что для замера достаточно 10г сорбента [2].

Для эффективного применения адсорбционного способа обнаружения самонагрева по количеству влаги в воздухе необходимо тщательно исследовать свойства сорбента. Одним из основных параметров, влияющих на степень поглощения влаги, является расход воздуха, который прокачивается через сорбент. При изучении влияния расхода воздуха на количество поглощаемой влаги сорбентом был использован силикагель марки КСКГ, ультразвуковой увлажнитель воздуха, пробоотборник, съемные емкости, наполненные силикагелем и весы для измерения массы съемных емкостей. Схематично емкость с силикагелем показана на рис. 1.

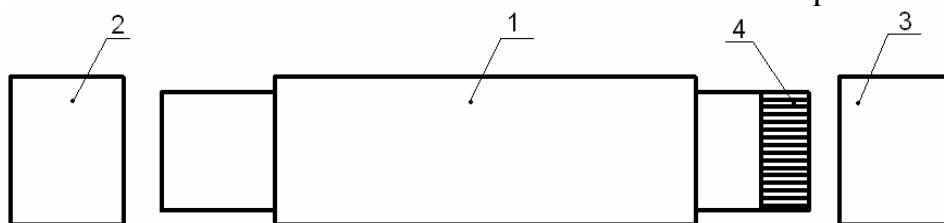


Рисунок 1. Емкость с сорбентом (адсорбционная колонка):
1 – корпус; 2,3 – крышки; 4 – крышка с сеткой

В ходе эксперимента регистрировались следующие параметры: масса емкостей с силикагелем до и после прохождения воздуха, время наполнения пробоотборника. Чтобы изменить расход воздуха, емкости с сорбентом устанавливались последовательно одна за другой и герметично соединялись между собой. Таким образом, увеличивается аэродинамическое сопротивление при прохождении воздуха и соответственно уменьшается расход воздуха.

Для создания жидкого аэрозоля в воздухе, прокачиваемом через сорбент, был использован ультразвуковой увлажнитель воздуха. Перед замером адсорбционная колонка (рис. 1) с внутренним диаметром 19мм и высотой слоя сорбента 45мм герметично закрывается крышками 2,3 и взвешивается. Сначала воздух прокачивался через одну емкость, затем через две последовательно соединенных емкости и т.д. Последнее измерение было проведено при семи последовательно установленных емкостях. Для того чтобы определить количество влаги "проскакивающей" через слой сорбента, все емкости взвешивались каждый раз после завершения замера. Результаты исследований по изменению количества влаги, поглощенной сорбентом при снижении расхода воздуха, приведены на рис. 2.

Анализируя приведенные данные можно сделать следующие выводы. При увеличении расхода воздуха, прокачиваемого через слой сорбента,

уменьшается количество поглощенной им влаги. При расходе воздуха от 0,88 до 1,25 л/мин количество поглощенной влаги практически не изменяется. Каждый раз силикагель поглощает по 0,23 г влаги, из чего можно сделать вывод, что влага, находящаяся в воздухе в виде пара и аэрозоля, поглощается практически полностью.

Также в ходе эксперимента оценивалось количество влаги, которая проскакивает через один слой сорбента. Для этого измерялась масса каждой емкости, установленной за первой по ходу движения воздуха. Количество проскочившей влаги при расходе воздуха 0,88 – 1,69 л/мин составляет 0,01 г, при расходе 2,08 – 2,8 л/мин – 0,02 г.

Таким образом, можно сделать вывод, при среднем расходе воздуха 1,06 л/мин силикагель марки КСКГ будет поглощать максимальное количество влаги. Поэтому при шахтных замерах необходимо придерживаться такого расхода воздуха.

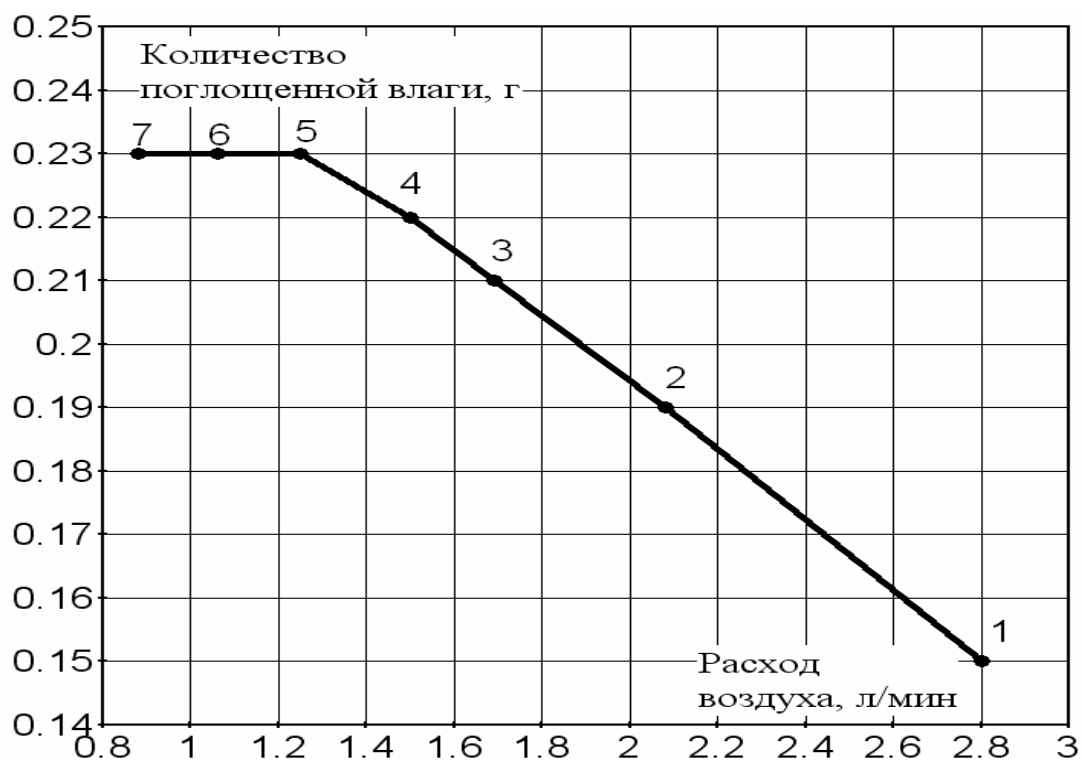


Рисунок 2. Диаграмма зависимости количества поглощенной сорбентом влаги от расхода воздуха.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Л.П. Белавенцев Контроль ранних стадий самовозгорания угля по теплофизическим параметрам рудничного воздуха / Л.П. Белавенцев, В.А. Скрицкий, А.Я. Каминский // Способы и средства предупреждения самовозгорания угля в шахтах: Сб. науч. тр./ ВостНИИ. – Кемерово, 1988. – Т. 49.- С. 4-14.

2. В.А. Портола, С.Н. Лабукин Обнаружение очагов самовозгорания угля на ранней стадии развития. Безопасность труда в промышленности. - 2009. - № 4. - С. 34 - 37.

УДК 622.822

*В.А. ПОРТОЛА, д.т.н., проф.,
Кузбасский государственный технический университет,
С.А. СИН, инженер, А.А. ПОЛУЭКТОВ, инженер
ООО "Азот сервис"
Росси, г. Кемерово*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ БОРЬБЫ С АВАРИЯМИ В ШАХТАХ

Анализ аварийности показывает, что наиболее распространенными и опасными авариями в угонных шахтах являются пожары, а также взрывы горючего газа и угольной пыли. Так, среди всех видов аварий, зарегистрированных в угольной промышленности России в последние годы, доля подземных пожаров составила около 45%, а доля взрывов более 14%. Непосредственно в шахтах доля этих аварий возрастает. Причем зачастую эти два вида аварий взаимосвязаны. Нередко развитие подземного пожара приводит к взрыву горючих газов (особенно при тушении пожара путем сокращения подачи воздуха). Также известны случаи, когда взрывы горючих газов и угольной пыли инициируют развитие пожара. Учитывая огромный урон, который данный вид аварий наносит угольным предприятиям, необходимо усилить работы по профилактике пожаров и взрывов в шахтах.

Одним из наиболее эффективных способ предотвращения пожаров и взрывов в шахтах является инертизация атмосферы. Так, снижение концентрации кислорода за счет подачи инертного газа до 10% делает практически невозможным взрывы метана и развитие пожара. С целью профилактики эндогенных пожаров и подавления процесса самовозгорания на ранней стадии наиболее часто инертизируют атмосферу выработанного пространства шахт, в котором возникает большая часть эндогенных пожаров. Используется подача инертных газов и при борьбе с пожарами, возникшими в горных выработках. Особенно эффективно применение инертных газов для ликвидации пожаров, осложненных опасностью накопления и взрыва горючих газов.

В практике борьбы с подземными пожарами для инертизации рудничной атмосферы применяли углекислый газ, парогазовые продукты сгорания топлива. Однако наибольшее применение в настоящее время имеет азот. Преимуществами азота являются равномерное распространение в заполняемом объеме из-за плотности, близкой к плотности воздуха, а также незначительное его поглощение горными породами, углем и водой.

Длительное время шахты Кузбасса использовали для борьбы с подземными пожарами азот, получаемый на криогенных разделительных установках. Зачастую азот приходилось транспортировать с предприятий, находящихся за пределами Кузбасса. Учитывая, что температура получаемого жидкого азота равна $-195,8^{\circ}\text{C}$, его транспортировка и хранение сопровождается большими потерями газа, улетучивающегося в атмосферу при испарении. Срок хранения жидкого азота также ограничен из-за постоянных потерь. Кроме того, при подаче в шахту азот приходится переводить в газообразное состояние, что требует затрат энергии, установки дополнительного оборудования (испарители).

В настоящее время для получения газообразного азота широко используется мембранная технология разделения газов. Современные установки используют пористые полимерные волокна с нанесенными на их поверхность газоразделительными слоями. Толщина газоразделительного слоя волокна не превышает $0,1\text{ мкм}$, что обеспечивает высокую удельную проницаемость газов через полимерную мембрану. Существующие технологии позволяют производить полимеры, обладающие высокой селективностью при разделении газов, что обеспечивает высокую чистоту газообразных продуктов.

Применяемый для разделения газов мембранный модуль состоит из сменного мембранного картриджа и корпуса. Плотность упаковки волокна в картридже составляет $500\text{--}700\text{ м}^2$ на один кубический метр картриджа, что резко снижает размеры газоразделительной установки. Корпус модуля имеет один патрубок для входа исходной смеси газов и два патрубка для выхода разделенных компонентов.

Разделение смеси с помощью мембранной технологии происходит за счет разницы парциальных давлений на внешней и внутренней поверхности полволоконной мембраны. Газы, быстро проникающие через полимерную мембрану (например O_2 , H_2 , пары воды, высшие углеводороды), проходят через боковую поверхность волокон и покидают картридж через один выходной патрубок. Газы, с небольшой скоростью проникновения через мембрану (N_2 , CO , CH_4), проходят внутри волокна и покидают картридж через второй патрубок.

В отличие от других технологий получения азота мембранные установки отличаются простотой обслуживания и минимальной численностью необходимого персонала; быстрым выходом на рабочий режим (3-5 ми-

нут); большим сроком службы мембран (до 15 лет); компактностью; экологической чистотой.

Благодаря своим преимуществам газоразделительные мембранные установки все шире используются при борьбе с пожарами и взрывами газов на шахтах Кузбасса. Имеется положительный опыт работы мембранных газоразделительных установок на шахтах "Комсомолец" (г. Ленинск-Кузнецкий), "Полысаевская" (г. Полысаево), "Им. Дзержинского" (г. Прокопьевск), "Распадская" (г. Междуреченск).

УДК 622.822

*С.Н. ЛАБУКИН, инженер
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВЛАГИ, ВЫДЕЛЯЮЩЕЙСЯ ПРИ НАГРЕВАНИИ УГЛЯ

Подземные рудничные пожары представляют огромную опасность для горных предприятий. При несвоевременном вводе средств пожарной защиты в действие, а также низкой эффективности применяемых способов тушения подземные пожары превращаются в грозное бедствие. Они дезорганизуют работу горного предприятия, обесценивают недра, приводят в негодность оборудование.

К разгоревшемуся пожару практически невозможно приблизиться из-за теплового излучения. Кроме того, выгорание элементов крепи может вызвать обрушение кровли и нарушение режима вентиляции. В шахтах, опасных по выделению горючих газов или по пыли, возникает реальная угроза взрыва из-за высокой вероятности воспламенения взрывоопасных скоплений газа и пыли. В большинстве случаев эндогенные пожары изолируют, что ведет к огромному экономическому ущербу, обусловленному потерей дорогостоящей угледобывающей техники, подготовленных к выемке запасов угля, горных выработок, а также затратами на тушение пожара и восстановление горных выработок после ликвидации аварии.

Наиболее эффективным способом борьбы с эндогенными пожарами является комплекс мер по раннему обнаружению и своевременной профилактике самовозгорания.

С целью обнаружения ранней стадии процесса самовозгорания угля, был предложен способ, основанный на адсорбционном методе оценки ко-

личества влаги в рудничной атмосфере [1]. Применение данного способа позволяет оценить количество содержащейся влаги в воздухе при относительной влажности близкой к 100%, когда расчетный метод определения влагосодержания неэффективен, поскольку в воздухе может находиться жидкий аэрозоль, образующийся в результате конденсации пара вработанном пространстве.

Для проверки работоспособности устройства для оценки количества влаги в воздухе, был проведен эксперимент.

В эксперименте была использована установка представленная на рисунке 1. Установка состоит из следующих частей: 1 – емкость наполненная измельченным углем; 2 – пробоотборник; 3 – соединительный патрубок; 4 – воздухозаборная трубка; 5 – емкость с сорбентом; 6 – термометр.

В ходе опыта проводились измерения массы пробы сорбента через которую прокачивался воздух, прошедший через уголь нагреваемый последовательно до температуры 40, 50, 60 и 70°C. Емкость с сорбентом 5 предварительно взвешивается, затем устанавливается на пробоотборник 2 и герметично соединяется с патрубком 3. С помощью патрубка пробоотборник соединяется с емкостью наполненной измельченным углем 1, к которой подводится тепло. Воздух поступает в емкость 1 через воздухозаборную трубку 4 за счет депрессии, которую создает пробоотборник. Температура угля контролируется с помощью термометра 6, время наполнения пробоотборника фиксируется.

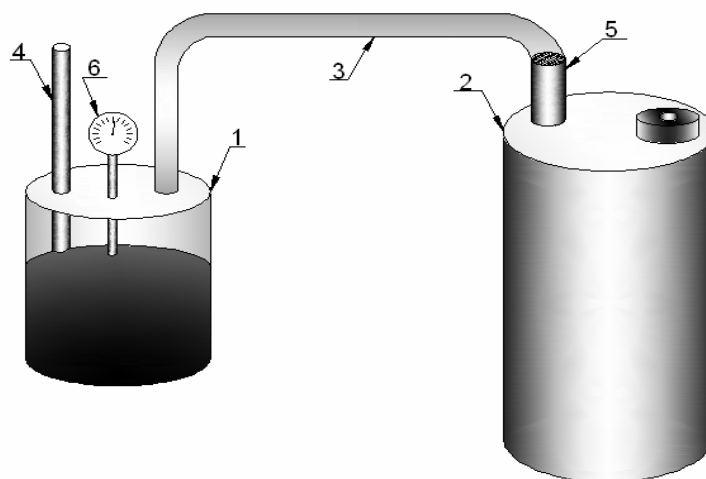


Рисунок 1. Схема устройства

В эксперименте были использованы три порции угля с различной начальной влажностью. Первая порция имела влажность угля 5%, вторая 10%, третья 15%. Количество влаги, испаряющейся из разогреваемого угля, оценивалось с помощью адсорбционного метода.

Определить количество влаги испарившейся из разогреваемого угля можно следующим образом. Опыт проводился при температуре окружаю-

щего воздуха 26,6°С и относительной влажности 40%, абсолютное влагосодержание воздуха составляет 9,8 г/м³. При расходе воздуха 4,2 л/мин и емкости пробоотборника 9л сорбент поглощает 0,08г влаги. Разделив количество поглощенной влаги на объем пробоотборника, получаем содержание влаги в 1 л воздуха прокачиваемого через сорбент – 8,9г/м³. Значит эффективность поглощения влаги при данном расходе воздуха составляет 90%. Следовательно, чтобы определить количество влаги, испарившейся из угля необходимо абсолютное влагосодержание вычесть из количества влаги, поглощаемой сорбентом и учесть эффективность поглощения.

Формула для расчета количества влаги, испаряющейся из угля, при его нагревании с помощью адсорбционного метода имеет вид

$$M = \frac{x - a}{VE} \cdot 10^3, \text{ г/м}^3 \quad (1)$$

где М – количество влаги, испаряющейся из разогреваемого угля; х – количество влаги, поглощенной сорбентом, при прокачивании воздуха, прошедшего через разогретый уголь, г; а – количество влаги поглощенное сорбентом из воздуха при нормальной температуре, г; V – объем пробоотборника, л; Е – эффективность поглощения влаги сорбентом.

Эффективность поглощения влаги сорбентом необходимо оценивать каждый раз во время проведения измерений, она зависит от марки и качества применяемого сорбента, расхода воздуха. В данном эксперименте был использован силикагель марки КСКГ. Зависимость количества влаги испаряющейся из угля с начальной влажностью 10% изображена на рисунке 2.

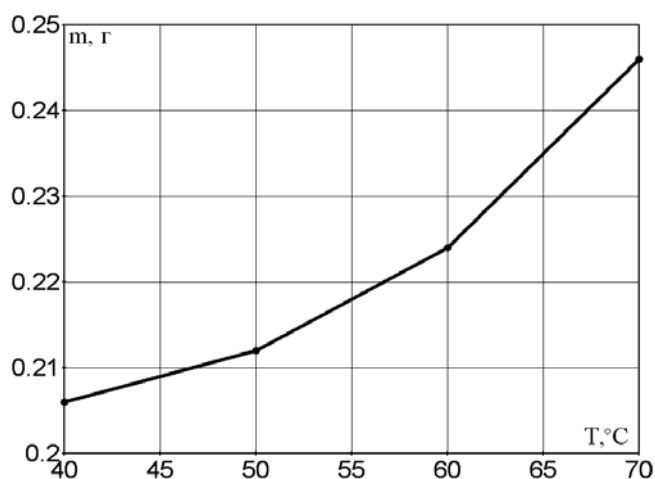


Рисунок 2. Диаграмма зависимости количества поглощенной влаги от температуры при влажности угля 10%

Анализ полученных данных показывает, что при увеличении температуры угля количество испаряющейся из него влаги постоянно возрастает. Оценить количество выделяющейся из угля влаги можно с помощью

адсорбционного метода, который позволяет улавливать как пар, так и сконденсировавшуюся влагу в виде аэрозоля даже при незначительных концентрациях. Использование данного метода для контроля содержания влаги в рудничном воздухе позволит обнаруживать самовозгорание угля в выработанном пространстве на ранней стадии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Портола В.А., Лабукин С.Н. Обнаружение очагов самовозгорания угля на ранней стадии развития. Безопасность труда в промышленности. - 2009. - № 4. - С. 34 - 37.

УДК 622.237

*М.Т. КОБЫЛЯНСКИЙ, д.т.н., проф.,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ИСПЫТАНИЯ МАГНИТНЫХ ЛОВИТЕЛЕЙ БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА В СКВАЖИНАХ ДИАМЕТРОМ 287 мм И В ГЛУБОКИХ СКВАЖИНАХ

Одним из основных и важных резервов увеличения добычи полезных ископаемых является интенсификация процесса бурения. Это достигается повышением скорости бурения при одновременном снижении его себестоимости. Среди причин недостаточно высокой скорости бурения значительное место занимают многочисленные аварии в буровых скважинах. Аварии и осложнения, происходящие в процессе бурения или эксплуатации скважин, причиняют огромные убытки предприятиям, снижают технико-экономические показатели буровых работ.

Аварийно-восстановительные работы при бурении и эксплуатации скважин, в частности, связанные с извлечением различных металлических предметов, как показывает опыт, являются длительным и трудоемким процессом. Несовершенство и невысокие эксплуатационные параметры существующих ловильных инструментов затрудняют и удорожают проведение работ по ликвидации аварий в бурении.

В отечественной и зарубежной практике ремонта скважин магнитные ловильные устройства – наиболее распространенный вид инструмента.

С целью определения эффективности применения магнитных ловителей в скважинах большого диаметра партия ловителей типа ЛМП-6, разработанных в КузГТУ, в количестве пяти штук около двух лет находилась

в опытно-промышленной эксплуатации на предприятиях треста Востокшахтопроходка (г. Нижний Тагил).

Эксплуатация магнитных ловителей осуществлялась во взрывных скважинах диаметром 105мм, пробуренных станками НКР-100М, а также в передовых скважинах диаметром 287мм, буримых комбайнами 2КВ.

Опытно-промышленная эксплуатация магнитных ловителей ЛМП-6 в скважинах диаметром 287мм показала их высокую надежность и эффективность при ликвидации аварий с буровым инструментом. Металл извлекается из забоя, как правило, за одну-две спуско-подъемные операции. Среднее время извлечения составляет 20-30мин. Практика показывает, что использование магнитных ловителей уменьшает число бракуемых скважин и увеличивает производительность буровых работ.

Опытно-промышленная партия из 20 магнитных ловителей ЛМП-7, также разработанных в КузГТУ, около 3,5 лет эксплуатировалась на предприятиях ПСО Востокбурвод (г. Новосибирск). Бурение скважин осуществляется станками 1БА-15, УРБ-3 АМ, УРБ-600 [1]. Скважины бурятся в основном диаметром 219мм и 295мм глубиной до 1050м. Годовой объем бурения составляет 40-50тыс.п.м, крепость пород $f=4-6$. До внедрения магнитных ловителей в системе ПСО использовался серийный магнитный ловитель ФМ-240 в качестве ловильного инструмента для ликвидации аварий в скважинах.

В результате внедрения партии магнитных ловителей ЛМП-7 достигнуты следующие технические результаты: эффективное и с минимальными затратами времени и средств извлечение из скважин глубиной 1000 м и более оборвавшегося бурового инструмента (шарошки, лапы, тела качения и др.) и посторонних металлических предметов, что снизило количество бросовых скважин и увеличило производительность труда. При испытании установлено, что металлические предметы доставали, как правило, за одну или две спуско-подъемные операции, причем, высокая грузоподъемность экспериментальных магнитных ловителей позволяла извлекать по сравнению с серийными ловителями значительно большее количество металла.

Промышленные испытания опытного магнитного ловителя ЛМП-9, являющегося модификацией ловителя ЛМП-7, проводились в Новосибирском спецуправлении треста Востокбурвод [2]. В скважине № 32-47 на глубине 750м произошло разрушение долота СТД-295 диаметром 295мм из-за сильного износа цапфы и подшипников, в результате чего на забое осталась одна шарошка. Для ее извлечения использован магнитный ловитель ЛМП-9, изготовленный в мехмастерских Новосибирского управления.

Спуск ловителя в скважину выполнялся на бурильных трубах диаметром 89мм. При постановке на забой производилась кратковременная (1-2 мин) промывка скважины грязевым насосом с одновременным вращени-

ем. В результате шарошка была захвачена магнитным ловителем и извлечена на поверхность.

В скважине № 10-88 магнитным ловителем ЛМП-9 извлечены посторонние металлические предметы, оказавшиеся на забое при осложнении аварии в процессе ее ликвидации серийным ловильным инструментом. Подвижные магнитные системы ловителя позволяют надежно захватить на забое металлический предмет и извлечь его на поверхность.

По результатам опытно-промышленной эксплуатации магнитных ловителей ЛМП-7 и ЛМП-9 на предприятиях ПСО Востокбурвод можно сделать заключение о том, что экспериментальные магнитные ловители имеют магнитные и силовые параметры, в несколько раз превышающие параметры серийных ловителей равного типоразмера. Новые магнитные ловители являются эффективным и надежным средством извлечения металлических предметов из глубоких буровых скважин диаметром 295мм. Магнитные ловители имеют высокую механическую прочность и надежность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. М.Т. Кобылянский, Магнитный ловитель для извлечения оборвавшегося бурового инструмента из скважин большого диаметра/М.Т. Кобылянский//Нетрадиционные и интенсивные технологии разработки месторождений полезных ископаемых: Материалы 3-ей Междунар. конф., 17-18 нояб. 1998 г. – Новокузнецк, 1998. – С. 22-23.

2. М.Т. Кобылянский, Ю.П. Пивоваров, Ликвидация аварий/М.Т. Кобылянский, В.Ф. Горбунов, Д.М. Кобылянский//Фундаментальные исследования: Труды Международной научной конференции " Современные проблемы науки и образования " (Академия естествознания). – М., 2005. – №10. С. – 35-36.

УДК 622.647.4

*М.Т. КОБЫЛЯНСКИЙ, к.т.н., ст. преподаватель,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОХОДЧЕСКИХ СИСТЕМ

Анализируя существующие типы проходческой техники, можно разделить их по конструктивным признакам с учётом характера разрушения

массива на три основные группы: стружкосрезающие (комбайновые), буровзрывные, щитовые.

Проходческое оборудование, в котором разработка забоя осуществляется посредством формирования стружки, можно назвать стружкосрезающим.

При проведении выработок необходимо выделить три функционально важных процесса: разрушение пород забоя, уборка отделённой горной массы и крепление выработки. Устройство, которое в единой конструктивной схеме осуществляет по крайней мере два процесса, называется в общем случае комбайном.

Наиболее распространены комбайны со стреловидным исполнительным органом (ИО), реализующие избирательный способ разработки забоя. Первые их промышленные образцы появились в Венгрии в конце 40-х годов, а в СССР в 1953–1955 годах. Благодаря своим достоинствам они нашли широкое применение во всех горнодобывающих странах. В настоящее время их производят фирмы "Вестфалия Бекорит", "Зальцгиттер", "Демаг", "Пауррат", "Эйкгофф" (ФРГ), "Фест-Альпине" (Австрия), "Мицуи" (Япония), "Доско", "Андерсон", "Стрет-клайд" (Великобритания), "Джой" (США) и др.

Среди отечественных комбайнов получили наибольшее распространение комбайны ГПК нескольких модификаций (ГПКС, ГПК-2, 1ГПК СБ), КМШ, Кузбасс (КН-5Н).

Стреловидные проходческие комбайны развиваются в настоящее время по следующим основным направлениям: увеличение массы и энерговооружённости; комплектование ИО сменными породоразрушающими модулями; оснащение комбайна навесными устройствами для подъёма элементов крепи и работы в верхней зоне выработки; применение автоматизации и диагностики; разработка и освоение эффективных средств по борьбе с пылью.

Стружкосрезающие системы, разрабатывающие проходческий забой сразу по всей его поверхности, представляют другую большую группу, которую можно назвать комбайнами бурового или фронтального действия.

Проходческие комбайны бурового (фронтального) действия различаются конструктивным исполнением породоразрушающего органа. При проходке по углю или породам крепостью $f \leq 5$ используются комбайны, вооружённые резцовым ИО, например, ПКГ-3, ПК-8М (в настоящее время сняты с производства), Урал-10КС, Караганда 7/15.

Проходческие комбайны с шарошечным породоразрушающим инструментом применяются для разработки более крепких пород, как правило, $f \leq 8-10$, например "Тор", или комбайны фирмы "Роббинс" (США) и "Вирт" (ФРГ).

Комбайны бурового или фронтального действия с шарошечным ИО имеют массу значительно большую, чем комбайны со стреловидным ИО,

что обусловлено более высокими нагрузками на элементы конструкции для реализации требуемых напорных усилий. Следует отметить, что проходческие шарошечные комбайны наиболее сложные и дорогостоящие системы, поэтому они применяются, как правило, при проходке протяжённых ($L > 2\text{ км}$) выработок с высокими темпами проходки (не ниже 200 м/мес.).

Можно выделить следующие тенденции в развитии этого класса проходческих систем: повышение устойчивости агрегата преимущественно за счёт аутригерных систем с гидравлическим приводом; оснащение ИО форсунками для подвода в зону разрушения высоконапорных струй жидкости с целью охлаждения инструмента и пылеподавления; повышение установленной мощности; автоматизация управления работой основных агрегатов и всей системы для удержания её на проектной трассе выработки.

При проходке выработок в крепких породах ($f > 10$) применяются буровзрывные проходческие системы, например, "Сибирь 2П" и МПК (ФРГ).

Буровзрывные проходческие системы развиваются в направлении расширения применения гидропривода на основных рабочих органах и использования гидроударных бурильных головок, создания универсальных манипуляторов и модульного исполнения важнейших элементов, совмещения технологических операций.

Щитовые проходческие комплексы предназначены для проведения коллекторов, тоннелей и других горных выработок в слабых, неустойчивых грунтах и породах, требующих частичного или сплошного временного крепления выработки. Если проходка забоя осуществляется исполнительным органом, то щит называется механизированным.

Погрузка породы из забоя осуществляется ковшовыми или лопастными погрузчиками, погрузчиками в виде нагребавших лап, расположенными внизу щита, шнековыми и гравитационными устройствами.

К механизированным системам относится щитовой комплекс КЩ-4БЭ, оснащённый порталом и тельфером на монорельсе для подачи элементов крепи, а также КТ1-5,6 и КМ-19. Щитовые комплексы типа ТЩБ отличаются применением монолитно-прессованной бетонной крепи.

Для проходки тоннелей Красноярского метрополитена используется щитовой комплекс, смонтированный на основе типового щита ЩН-1С. Исполнительный орган, позаимствованный от комбайна 1ГПКС, имеет корончатую головку и поворачивается в обе стороны на 180° поворотной туннелем при помощи гидродомкратов.

Для проходки в слабых обводнённых грунтах используются механизированные щиты с гидравлической и грунтовой пригрузкой забоя (гидрощит "Баде").

Механизированные проходческие щиты с кольцевым шарошечным ИО (кернообразующие щиты фирмы "Енец") применяются в условиях устойчивых пород. Основным направлением развития проходческих щитов

является автоматизация управления и ведения щитов по трассе, например, с применением лазерного луча.

Классификация проходческих систем приведена на рис. 1.

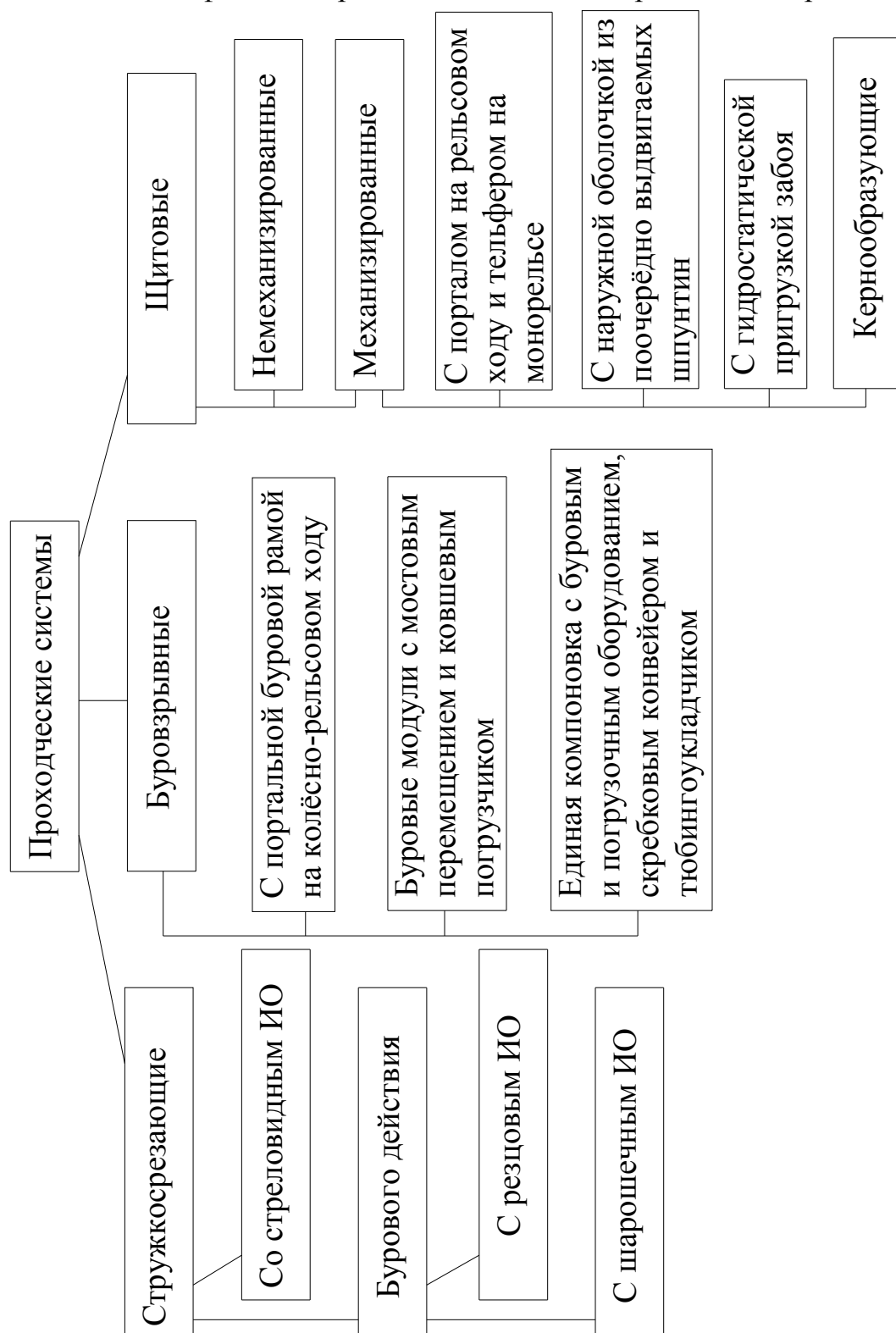


Рис. 1. Классификация существующих проходческих систем

УДК 622.235

*Л.М. ЦИНКЕР,
генеральный директор, д.т.н., профессор, академик АГН РФ,
Х.Х. НАГАЕВ,
ведущий научный сотрудник,
М.В. НАГАЕВ, м.н.с.
ОАО "ВостНИГРИ"
Россия, г. Новокузнецк*

ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ НИСХОДЯЩИХ СКВАЖИН С ОТБОЙКОЙ РУДНОГО МАССИВА ПЛОСКИМИ ЗАРЯДАМИ

Лабораторными экспериментами, проведенными в институте ВостНИГРИ, установлено влияние формы заряда на количественные и качественные показатели взрыва. Степень использования энергии взрыва зависит от концентрации последней в единице поверхности соприкосновения заряда ВВ с разрушаемой средой. Чем больше поверхность соприкосновения заряда ВВ со средой при его постоянных объеме и массе, тем большая часть энергии взрыва будет использована на полезное разрушение среды. Следовательно, увеличивая поверхность соприкосновения заряда данного объема с взрывающей средой, можно увеличить долю энергии, расходуемую на дробление горной породы. Так, плоский заряд, расположенный широкой стороной параллельно обнаженной поверхности блока, обеспечивает больший объем разрушения (на $25 \div 30\%$) и лучшее качество дробления среды, чем цилиндрический, а плоский заряд, расположенный широкой стороной перпендикулярно обнаженной поверхности, уменьшает объем разрушения на $10 \div 15\%$ по сравнению с цилиндрическим.

Выявленные существенные преимущества плоского заряда ВВ по сравнению с цилиндрическим определяют целесообразность создания буровых машин для бурения щелевых полостей. В породах ниже средней крепости успешно применяются резание или сверление, соответственно, бурение щелевых полостей не представляет больших трудностей. Значительно труднее выполнить щелевые полости в крепких горных породах, где в основном применяют ударно-вращательный способ бурения.

Институтом разработаны два типоразмера устройства для бурения параллельно-сопряженных скважин – УБПС-105Н и УБПС-155Н. Устройства (рис. 1) применяются при бурении скважин станками НКР-100М с погружными пневмоударниками с использованием буровых коронок К-100В, БК-155 и КНШ-105У. Эффективность бурения повышается благодаря постоянной очистке забоя скважины от бурового шлама, который, не подвергаясь передрабливанию, смывается отработанным энергоносителем (воз-

душно-водяной смесью) в подсечную выработку через передовую (пилотную) скважину. Диаметр сопряженной скважины – 105мм или 155мм. Диаметр передовой скважины – 105мм. Глубина бурения до 60м. Номинальное давление сжатого воздуха – 0,5МПа. Расход воздуха - 0,045м³/с. Ударная мощность – 2,6кВт. Масса в комплекте с пневмоударником и буровой коронкой – 61кг.

Применение устройства не требует каких-либо существенных изменений в операциях замены буровых коронок, наращивания и разборки буровых штанг, так как параметры присоединительных резьб на его валу соответствуют параметрам бурового станка НКР-100М.

Щелевые полости, образованные сопряженными скважинами, могут использоваться для формирования плоских зарядов при отбойке рудного массива. Устройство можно применять при бурении нисходящих сопряженных скважин в скальных породах различной крепости и трещиноватости с расположением сопряженных скважин по дуге.

Устройство работает следующим образом. Станком НКР-100М по обычной технологии бурят передовую скважину Ø105мм до выхода ее в подсечную выработку. Затем к шпинделю станка присоединяют вал устройства УБПС с пневмоударником (см. рис. 1) и, после введения трубчатой направляющей в передовую скважину, бурят сопряженную.

Испытания опытной партии устройств для бурения нисходящих параллельно-сопряженных скважин Ø105 мм и способов отбойки рудного массива зарядами ВВ в щелевых полостях были проведены в блоке №22 Казской шахты (рис. 2). В ходе испытаний пробурено 4625 м нисходящих параллельно-сопряженных скважин на полную высоту этажа (60 м).

На Казской шахте принята система разработки этажного принудительного обрушения взрыванием пучков нисходящих параллельно-сближенных скважин, пробуренных по окружности и дуге станками НКР-100М на глубину до 40 м при высокой траншейной подсечке, выполненной веерами восходящих скважин глубиной до 25 м (рис. 2а). Расчет параметров БВР производился по методике при дифференцированном распределении энергии взрыва.

При отбойке руды зарядами ВВ щелевых полостей (рис. 2б), выполненных только нисходящими параллельно-сопряженными скважинами на полную высоту этажа, исключается возможность отклонения скважин от заданного направления. Вращающийся пневмоударник удерживается от каких-либо смещений кольцевой опорой, прочно прикрепленной к направляющей штанге, и сохраняет параллельное расположение относительно направляющей штанги. Поэтому сопряженная скважина не изменяет своего положения в пространстве относительно начальной скважины. В результате образуется глубокая щелевая полость, состоящая из двух, трех и более параллельно-сопряженных скважин.

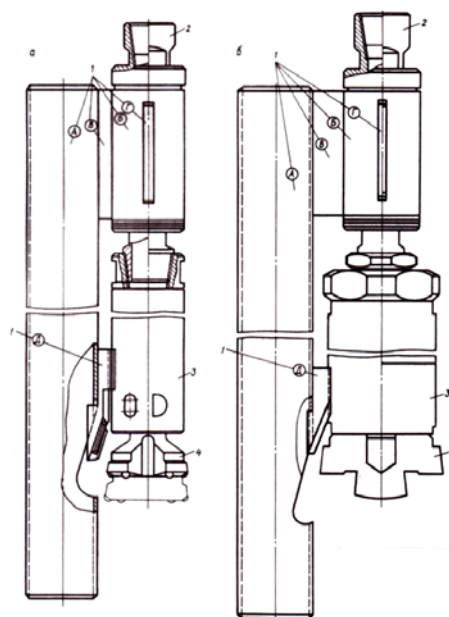


Рис. 1 – Устройство для бурения нисходящих сопряженных скважин:
а – диаметром 105 мм (УБПС-105Н); б – диаметром 155 мм (УБПС-155Н);
1 – корпус, включающий направляющую А, втулку Б, соединительную планку В, полоз
Г, опору с клинком Д; 2 – вал; 3 – пневмоударник; 4 – буровая коронка.

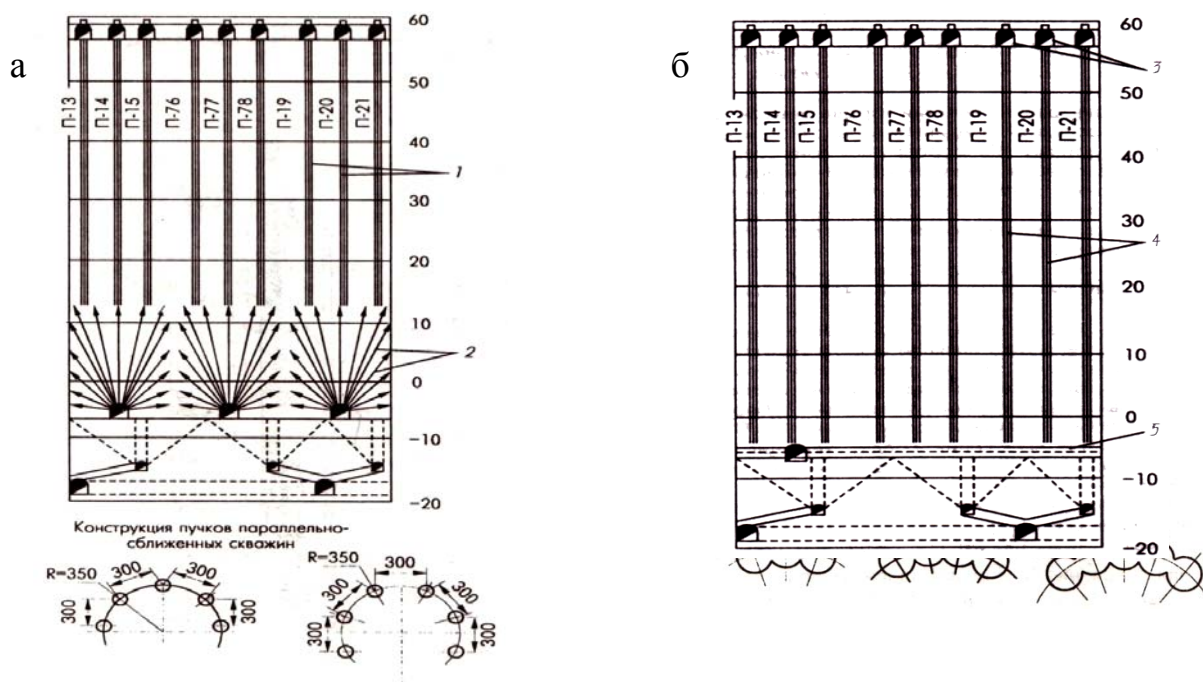


Рис. 2 – Отбойка рудного массива:
а – зарядами ВВ пучков нисходящих параллельно-сближенных скважин диамет-
ром 105 мм; б – плоскими зарядами ВВ щелевых полостей, выполненных нисходящими
параллельно-сопряженными скважинами диаметром 105мм; 1 – пучки нисходя-
щих параллельно-сближенных скважин; 2 – восходящие веера скважин; 3 - буровые

выработки гор. +50м; 4 – щелевые полости из нисходящих параллельно-сопряженных скважин; 5 – подсечной горизонт.

Щелевые полости заряжали россыпными ВВ (граммонит М21) в один прием на всю глубину сопряженных скважин зарядной установкой ЗМБС-2А на полную вместимость щелевых полостей. Величина заряда на зарядание щелевых полостей из 2-х, 3-х и 4-х скважин составила, соответственно, 18,4; 27,6 и 36,8кг/м. Техничко-экономические показатели представлены в таблице 1.

Таблица 1

Техничко-экономические показатели по отбойке и дроблению
рудного массива плоскими зарядами ВВ

Объект взрыва	Блок № 22			
	Объем отби- ваемого рудно- го массива, тыс. т	Заряжаемая длина скважин, м	Удельный расход ВВ на отбойку, кг/т	Удельный расход ВВ на вторичное дробление, кг/т
Оформление от- резной щели	2,0	226	1,066	0,010
	2,8	226	1,905	0,010
	3,3	293	0,787	0,010
	4,5	399	0,964	0,010
Оформление ком- пенсационной камеры	18,5	1056	0,551	0,039
Отбойка панели	55,2	2922	0,497	0,041
Отбойка панели	164,0	9018	0,496	0,051
Всего по блоку	250,3	14180	0,520	0,046

Экономический эффект от применения способа отбойки и дробления рудного массива плоскими зарядами ВВ щелевых полостей достигается в результате снижения затрат на бурение взрывных скважин, сокращения расхода ВВ для изготовления боевиков, детонирующего шнура и электродетонаторов для монтажа взрывной сети, удельного расхода ВВ и СИ на вторичное дробление руды, снижения затрат на выпуск и погрузку руды.

В результате испытаний установлено, что обеспечивается высокая производительность бурения и его меньшая себестоимость, а также большая эффективность по сравнению с применяемым способом отбойки зарядами ВВ параллельно-сближенных скважин, расположенных по окружности и дуге.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Х.Х. Нагаев, А.П. Седько, С.Н. Жигун, В.Г. Саночкин. Совершенствование технологии бурения нисходящих скважин // Горный журнал. – 1991. - №6. С. 40-42.

УДК 678.017: 620.17

*Т.М. ЧЕРНИКОВА, к.т.н., доцент,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Для успешного решения вопросов обеспечения безопасности жизнедеятельности на промышленных производствах необходимы исследования, разработка и внедрение методов исследования разрушения материалов, поскольку эксплуатация реальных объектов народного хозяйства должна предусматривать возможность оперативного контроля их состояния.

Большое значение в настоящее время имеет возможность прогнозирования разрушения композиционных материалов, поскольку композиты широко применяются в различных отраслях производства.

Основным методом исследования кинетики накопления повреждений является изучение “вторичных” процессов, инициированных разрушением: рассеивание рентгеновских лучей, эмиссия акустического и электромагнитного излучения, эмиссия заряженных частиц, изучение накопления продуктов деструкции при разрушении. Для прозрачных материалов возможно непосредственное изучение разрушения на стадии образования микротрещин.

Для исследования микротрещин, возникающих и развивающихся в композитах, используется метод, основанный на регистрации механоэмиссии электронов, возникающей при разрушении твердых тел.

При растяжении волокнистых полимерных композитов и полимеров измерение параметров электронной эмиссии показало, что электроны, эмитируемые со свежесформированной поверхности, несут информацию о процессе разрушения.

Метод механоэмиссии является перспективным для изучения кинетики разрушения композиционных материалов. Но он имеет существенный недостаток, так как исследования эмиссии электронов необходимо проводить в достаточно высоком вакууме.

Параметры эмиссии электронов высоких энергий используются для контроля изменения физико-химических свойств полимеров. При этом исследуются параметры эмиссии электронов высоких энергий (максимальное значение эмиссионного потока, длительность его спада, энергетические характеристики эмитируемых электронов) в процессе адгезионного отрыва стандартной полимерной пленки от образцов.

При воздействии потока эмитируемых в устье трещины электронов на разрушаемый материал возникает рентгеновское излучение, которое также используют в качестве метода исследования физических процессов, протекающих на поверхности трещины при её распространении. Если в объеме образца имеются трещинки, они рассеивают рентгеновские лучи, давая центральное диффузное рассеяние. Измеряя угловое распределение рассеянного излучения, можно оценить размеры трещин в различных направлениях, а по абсолютным значениям интенсивности рассеянного излучения определять их концентрацию. Данный метод получил название метода рассеяния рентгеновских лучей под малыми углами (РРМУ). При этом можно надежно изучать трещины размерами от 0,001 до 0,3-0,4 микрон.

Метод РРМУ является весьма сложным и трудоёмким методом исследования кинетики накопления повреждений и малоприменимым при исследовании перехода от мелких трещин к макротрещине, поскольку более крупные трещины нельзя зарегистрировать. Поэтому стадия разрушения остается практически не исследованной.

Более перспективным для исследования кинетики накопления повреждений в процессе разрушения является метод акустической эмиссии (АЭ), который является универсальным и позволяет оперативно контролировать состояние материала без внедрения в него. Кроме того, акустическая эмиссия дает богатую информацию о кинетике накопления повреждений в материале.

По сравнению с ранее рассматриваемыми, метод акустической эмиссии достаточно прост в реализации, особенно в случае, когда основное внимание уделяется изучению параметров совокупного характера, таких как интенсивность акустических сигналов (АС), общее число импульсов, амплитудное распределение акустических сигналов. Из-за искажения амплитудно-фазовых характеристик АС параметры одиночных сигналов до некоторых пор практически не исследовались. Но в последнее время созданы методики, позволяющие реализовать метод АЭ для случаев исследования характеристик отдельных импульсов. Удалось однозначно установить линейную корреляцию между длительностью отдельных акустических импульсов и линейными размерами образующихся трещин.

Метод акустической эмиссии можно применять для оценки прочности материалов, изучения процессов разрушения, для решения задач контроля качества.

Для осуществления метода АЭ необходимо наличие источника упругих колебаний и приемной аппаратуры, регистрирующей характеристики распространения упругих волн в материале.

При использовании метода контроля напряженного состояния материала на основе регистрации акустической эмиссии возможно получать

интегральную оценку состояния вещества без нарушения материала. Но так как некоторые материалы при длительном постоянном нагружении перестают испускать акустические сигналы, метод не всегда эффективен.

Изучать тонкие механизмы структурных превращений в композиционных материалах под нагрузкой позволяет применение метода локации сигналов акустической эмиссии и определение их энергии при исследовании углепластиков, стекло-, органопластиков, гибридных композиций из углеродных и стеклянных волокон. Использование этого метода дает также возможность проследить за механизмом перехода процесса разрушения со стадии изолированных разрывов сплошности на стадию макроразрушения.

Для определения прочностных свойств используется также ультразвуковой метод (УЗ). Данный метод позволяет определять прочностные характеристики материала с помощью экспериментально установленных корреляционных зависимостей между одним из ультразвуковых параметров (скорость распространения, коэффициент затухания ультразвуковых колебаний) и параметрами прочности (предел прочности при сжатии и сдвиге, модуль упругости).

Применение вышеуказанных методов нередко связано с необходимостью больших временных и финансовых затрат. Поэтому усовершенствование методов контроля разрушения и прогноза долговечности изделий из композиционных материалов должно идти по пути сокращения трудоёмкости работ, сокращения времени и финансов, для чего необходимо развивать бесконтактные экспресс-методы, не требующие внедрения в объем материала. В связи с этим представляется перспективным развитие методов прогноза, основанных на регистрации импульсного электромагнитного излучения (ЭМИ), основанного на анализе сигналов электромагнитной эмиссии, генерируемых материалом в процессе деформирования и разрушения.

Метод ЭМИ имеет то преимущество, что в связи с наличием источников ЭМИ в самом материале, отсутствует необходимость внешнего источника возбуждения и диагностику можно проводить без контакта с материалом. Кроме того, хорошо развитая теория метода и его широкая апробация при исследовании разрушения диэлектрических материалов, позволяет с высокой степенью надежности проводить интерпретацию получаемых экспериментальных данных.

Решение задач контроля разрушения и прогноза долговечности композитов привело к тому, что проблема использования экспресс-испытаний образцов для бесконтактных методов прогноза приобрела особую актуальность и требует дальнейшего всестороннего изучения физических свойств композиционных материалов, а также взаимосвязи их механических и электрофизических характеристик.

УДК 622.271.4

*И.А. ПАНАЧЕВ, зав. кафедрой, д. т. н., проф.,
К.В. АНТОНОВ, к.т.н., доц.,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

О МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОПИСАНИИ РЕЖИМА НАГРУЖЕНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ДРАГЛАЙНОВ ПРИ ОЦЕНКЕ СРОКОВ ИХ БЕЗАВАРИЙНОЙ РАБОТЫ

Негативные последствия трещинообразования в металлоконструкциях драглайнов связаны с угрозой серьезных аварий и увеличением времени ремонтных простоев, ведущему к снижению производительности. Это делает актуальной оценку сроков безаварийной эксплуатации металлоконструкций шагающих экскаваторов при наличии в них трещин. Необходимый аппарат для этого существует в рамках механики разрушения. Но его использование предполагает наличие данных о структуре напряжений, то есть о распределении размахов напряжений по частоте их возникновения. Известно, что это распределение зависит, главным образом, от грансостава и разрыхления разрабатываемой взорванной горной массы в развале. Эти свойства горной массы могут быть определены с помощью моделей гранулометрии геоматериалов [1,2]. Однако на сегодняшний день отсутствует связующее звено между механикой разрушения и гранулометрией, позволяющее по параметрам взорванной горной массы описать структуру напряжений.

Режим нагружения всех металлических конструкций экскаватора определяется процессом изменения усилия черпания.

Установлено, что резкие изменения напряжений, возникающих в металлоконструкциях экскаватора, наблюдаемые на осциллограммах, обусловлены, главным образом, столкновениями его ковша с кусками взорванной горной массы (рис.1).

В этой связи для получения данных о распределении амплитуд усилий, действующих на металлоконструкции, по частотам их возникновения, является возможным описать процесс взаимодействия ковша со взорванной горной массой, рассматривая его как последовательность столкновений с кусками различных фракций. Кроме того, следует учитывать влияние призмы волочения на циклическое изменение усилий.

В результате проведенных экспериментально-теоретических исследований получен комплекс математических моделей, позволяющих по заданным горно-технологическим параметрам взорванной горной массы по-

лучить структуру напряжений в металлоконструкциях драглайна в процессе экскавации [3].

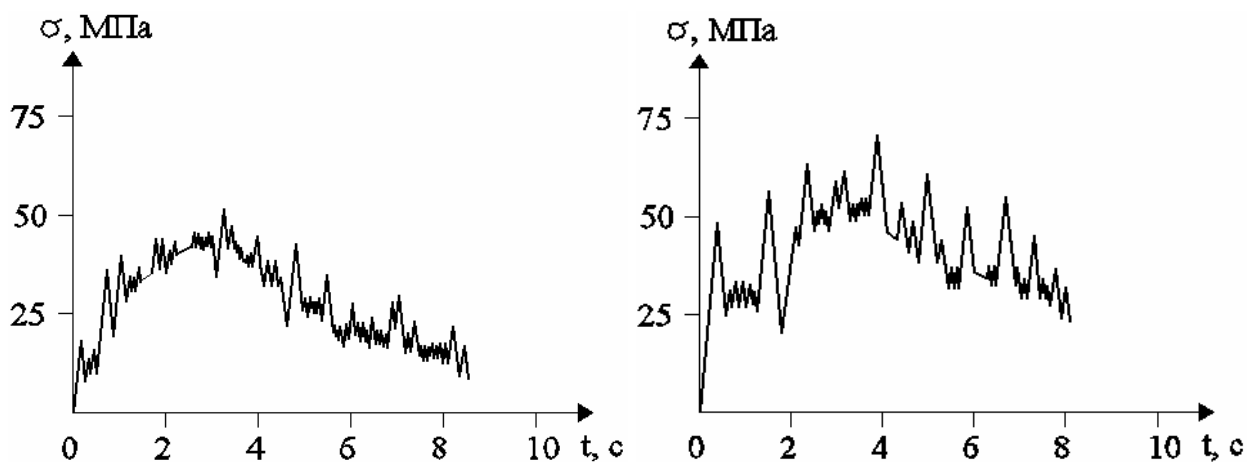


Рис. 1. Осциллограммы напряжений в зоне опирания колонны надстройки экскаватора ЭШ 13/50, полученные при разработке взорванной горной массы: а) с диаметром среднего куска $d_{cp} = 0,45$ м и коэффициентом разрыхления $K_p = 1,3$; б) с диаметром среднего куска $d_{cp} = 0,65$ м и коэффициентом разрыхления $K_p = 1,5$.

При использовании этого комплекса размахи усилия черпания определяются на основании решения задачи о вдавливании жесткого штампа в крупно зернистое сыпучее тело. Частота возникновения размахов определяется с использованием статистических моделей, описывающих грансостав взорванной горной массы. Примеры гистограмм размахов напряжений, полученных с использованием разработанного комплекса на рис. 2.

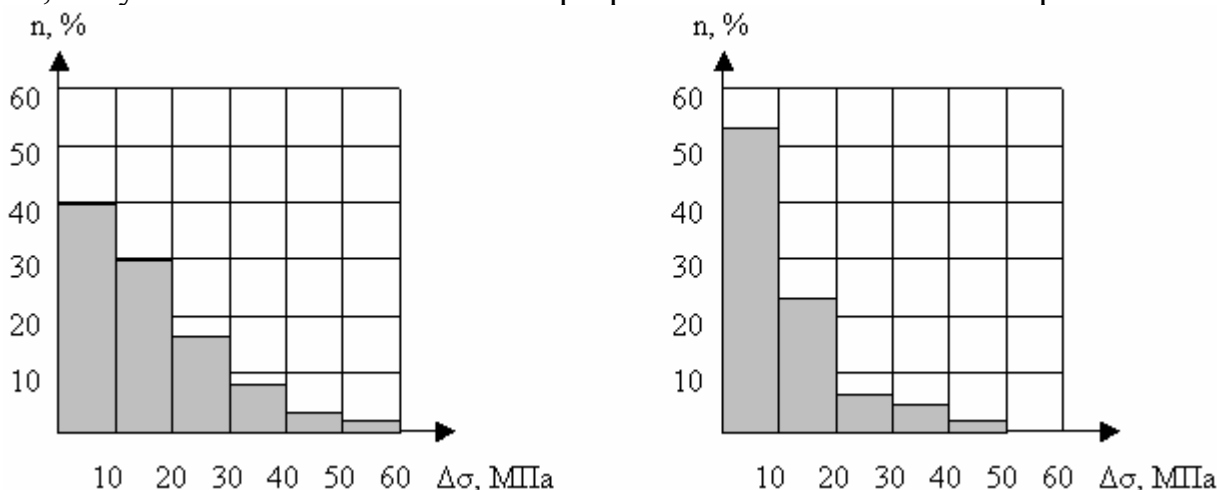


Рис. 2. Распределение размахов напряжений в зоне опирания колонны надстройки экскаватора ЭШ 10/70, полученные при разработке взорванной горной массы: а) с диаметром среднего куска $d_{cp} = 0,4$ м и коэффициентом разрыхления $K_p = 1,4$; б) с диаметром среднего куска $d_{cp} = 0,6$ м и коэффициентом разрыхления $K_p = 1,5$.

Следует отметить, что полностью устранить процесс трещинообразования не представляется возможным. Однако использование разработанного комплекса математических моделей позволяет значительно снизить негативное влияние этого явления на работу экскаватора. Кроме того, расчеты кинетики роста трещин в металлоконструкциях экскаваторов дают основание определять сроки, когда скорость роста трещин достигает столь высоких значений, что становится целесообразной замена эксплуатируемого экскаватора новым. Поэтому полученные результаты важны и с точки зрения решения вопроса о списании экскаваторов. Это особенно актуально в связи со значительным износом парка экскаваторов на угольных разрезах Кузбасса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.В. Бирюков Статистические модели в процессах горного производства. – Бирюков А.В., Кузнецов В.И., Ташкинов А.С. Кемерово: Кузбассвуиздат, 1996. 228 с.
2. А.В. Бирюков Временная методика расчета параметров взрывной отбойки пород на угольных разрезах. - Бирюков А.В., Репин Н.Я., Панаичев И.А., Ташкинов А.С. М.: типография ИГД им. А.А. Скочинского, 1976, 48 с.
3. К.В. Антонов Геомеханическое обоснование повышения производительности драглайнов с учетом межремонтных периодов в различных горно-технологических условиях. – Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – КузГТУ, Кемерово. 2006.

УДК 622.271.4

*И.А. ПАНАЧЕВ, зав. кафедрой д. т. н., проф.,
К.В. АНТОНОВ, к.т.н., доц.,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ВЛИЯНИЯ ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА СРОКИ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДРАГЛАЙНОВ

Разработка взорванной горной массы в условиях угольных разрезов Кузбасса с использованием шагающих экскаваторов сопровождается процессом образования и развития многочисленных трещин в их металлоконструкциях. Эксплуатация экскаваторов без ремонта конструкций с трещи-

нами может привести к серьезным авариям, устранение последствий которых оказывается весьма дорогостоящим. В то же время излишне частые остановки экскаваторов с целью заварки трещин ведут к увеличению времени ремонтных простоев, что отрицательно сказывается на производительности. Следует отметить, что многократное выполнение сварных швов в одной и той же зоне металлоконструкции ведет к накоплению сварочных напряжений в ней, вызывая, тем самым, повышение концентрации напряжений и способствуя возрастанию скорости образования и роста трещин в области, прилегающей к шву. Эти обстоятельства вызвали необходимость проведения исследований, направленных на обеспечение достоверной оценки сроков безопасной эксплуатации металлоконструкций экскаваторов, позволяющей избежать чрезмерно частых их ремонтов и при этом свести к минимуму риск аварии.

Методы решения задач, связанных с расчетами долговечности металлических конструкций с трещинами, к настоящему времени получили достаточное теоретическое и экспериментальное обоснование для их практического использования. Известные зависимости механики разрушения позволяют рассчитать время подрастания трещин до момента достижения ими критического размера. Однако их использование предполагает наличие данных о режиме нагружения конструкции. Проблема же определения нагрузок на металлические конструкции экскаваторов в процессе их эксплуатации является весьма сложной. Это связано с зависимостью режима нагружения от сложной системы факторов, главными среди которых являются параметры взорванной горной массы. В то время, как многообразие различных сочетаний последних велико. В связи с этим ключевым звеном при разработке методики оценки долговечности стало математическое описание процесса нагружения. В частности, для расчета времени развития до критических размеров трещин в металлоконструкциях экскаваторов необходимы данные о распределении размахов напряжений, действующих в зонах интенсивного трещинообразования при разработке горной массы.

Одним из аспектов воздействия на металлоконструкции шагающих экскаваторов при разработке взорванной горной массы является их нагружение при движении ковша под действием подъемных канатов. Такое нагружение происходит, главным образом, при выходе ковша экскаватора из развала взорванной породы в процессе черпания, а также при ее рыхлении ковшом. В то время, когда ковш не взаимодействует с развалом, рассматриваемое нагружение характеризуется постоянством усилий и напряжений в металлоконструкциях. Этот период не представляет интереса в контексте исследуемой проблемы. Напротив, во время взаимодействия ковша с породой в развале происходит резкое изменение нагрузки, действующей на ковш при натяжении подъемных канатов. Движение ковша в этот период сопровождается рывком, поэтому прикладываемая нагрузка является динамической.

Очевидно, что при выходе ковша из развала усилию в подъемных канатах противодействует сила тяжести, действующая на ковш и взорванную породу в нем, а также на часть развала, взаимодействующую с ковшом при его подъеме. Выход ковша сопровождается сдвигом указанной части развала. При этом сопротивление взорванной горной массы сдвигу на начальной стадии, то есть при возрастании усилия сопротивления до своего максимального значения, обусловлено зацеплением между кусками породы. После того, как силы зацепления преодолеваются, суммарное усилие, препятствующее движению ковша вверх, спадает. Это подтверждается осциллограммами внутренних усилий и напряжений в металлоконструкциях драглайнов

Для выявления закономерностей указанного явления, представляющих интерес в контексте рассматриваемой проблемы, были проведены экспериментально-теоретические исследования. Целью исследований являлось определение амплитуд усилий и частоты их возникновения в различных горно-технологических условиях.

Сила зацепления во взорванной горной массе зависит от ее гранулометрического состава и коэффициента разрыхления. Для установления этих зависимостей были проведены лабораторные эксперименты. Схема эксперимента аналогична опыту К.Терцаги при определении угла внутреннего трения сыпучего материала.

В результате исследований установлено, что амплитуда усилий в подъемных канатах при выходе ковша и развала может быть определена по формуле

$$T = f_1 \cdot f_2 \cdot F_{SH} , \quad (1)$$

где F_{SH} – площадь поверхности сдвига, $f_1 f_2$ – коэффициенты, зависящие, соответственно, от коэффициента разрыхления и отношения среднего диаметра куска к квадратному корню из площади поверхности сдвига $d = \sqrt{F_{SH}}$.

При определении усилий в подъемных канатах драглайнов F_{SH} равно произведению высоты ковша на его ширину.

В связи с динамическим характером взаимодействия ковша с развалом необходим учет сил инерции. Для этого использовался известный принцип Даламбера.

Общая величина усилия R , противодействующего выходу ковша из развала, определялась из выражения

$$R = T + G + I , \quad (2)$$

где G – суммарный вес ковша и объема взорванной горной массы V_{Π} , вес которой противодействует усилию подъема; I – сила инерции, действующая на ковш и объем V_{Π} .

Объем взорванной горной массы V_{II} может быть с приемлемой точностью принят равным объему ковша.

Частота возникновения рассматриваемого усилия определяется по формуле

$$N = k_c \cdot N_0, \quad (3)$$

где N_0 – число рабочих циклов, требуемых для переработки заданного объема взорванной горной массы; k_c – коэффициент, учитывающий движения ковша с целью повышения степени разрыхления взорванной горной массы, определяемый по графику, полученному в результате наблюдений за процессом экскавации (рис.1).

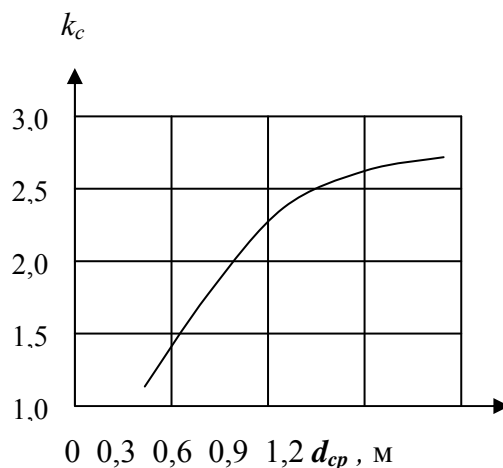


Рис. 1. Зависимость коэффициента k_c от среднего диаметра куска взорванной горной массы d_{cp} .

Данных об амплитуде усилий в подъемных канатах в процессе черпания и частоты их возникновения достаточно для описания рассматриваемого аспекта нагружения металлоконструкций экскаваторов.

Конструкцией драглайна, для расчета которой требуются данные об усилиях в подъемных канатах, является стрела. Вместе с тем, стрела относится к числу тех конструкций, повреждения которых наиболее часто вызывают простои экскаватора.

При заданном режиме нагружения долговечность стрелы может быть рассчитана с помощью формул механики разрушения. [1, 2].

Полученные результаты являются важной составляющей расчетной оценки сроков безопасной эксплуатации металлоконструкций шагающих экскаваторов. Определение этих сроков позволяет избежать серьезных аварий с одной стороны и чрезмерно частых остановок драглайна с целью ремонта – с другой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брок Д. Основы механики разрушения. Пер. с англ. – М.; Высш. школа, 1980, 368 с.

2. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений. Под ред. Мураками Ю. – М.; Мир, 1990, 1016 с.

УДК 622:621.311.019.3(043)

*А.Г. ЗАХАРОВА, д.т.н., проф.,
Н.М. ШАУЛЕВА, к.т.н.,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА НАДЕЖНОСТЬ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ

На угольных разрезах Кузбасса в настоящее время происходит наращивание добычи угля, что требует увеличения парка горнодобывающих машин, особенно мощных экскаваторов и буровых станков. В связи с этим особенно актуальным является обеспечение бесперебойности электрообеспечения всех звеньев технологических процессов разрезов. Отказы в системах электрообеспечения (СЭС) открытых горных работ снижают эффективность работы горных машин, технологических звеньев и угольного разреза в целом вследствие уменьшения объема добычи, увеличения себестоимости, снижения уровня промышленной безопасности.

Высокий уровень надежности систем электрообеспечения и их элементов – один из решающих факторов, обеспечивающих эффективность использования горной техники. На надежность и безопасность функционирования систем электрообеспечения и их элементов сильное влияние оказывают факторы горного производства – передвижной характер горных работ, буровзрывные работы, сильная запыленность воздуха, трудность проведения технического обслуживания, влияние погодных условий и др.

На основе статистических исследований, проведенных на разрезах Кузбасса с 2005 по 2007 гг. [1], показано распределение наиболее характерных факторов по степени влияния на надежность систем электрообеспечения. Из анализа видно, что основными причинами аварийных отключений фидеров являются аварии на воздушных линиях электропередачи (ВЛ), вызванные захлестом (обрывом) проводов, пробоем (обрывом) изоляторов, погодными условиями. Поэтому в системах электрообеспечения угольных разрезов Кузбасса основное внимание необходимо уделять анализу надежности ВЛ.

Наиболее удобной формой представления статистических связей между аварийностью и различными факторами, влияющими на работу ВЛ, являются парные регрессионные зависимости [2], которые позволяют установить тесноту связей и получить математические модели (уравнения регрессии), позволяющие с определенной точностью прогнозировать характер изменения аварийности ВЛ в зависимости от исследуемых факторов.

К рассмотрению были приняты конструктивные и технико-эксплуатационные факторы, определённые при помощи метода экспертных оценок. В качестве зависимой переменной, характеризующей аварийность ВЛ, было выбрано число отказов на фидере. К исследованию были приняты статистические данные об отказах в 62 ВЛ на трех разрезах: "Кедровский", "Краснобродский" и "Сартакинский" за три года эксплуатации. Поскольку подавляющее большинство аварий происходит на передвижных ВЛ, то рассматривались только те фидеры, у которых есть и стационарная, и передвижная части. Учитывая конструктивные особенности стационарных и передвижных ВЛ, для них отдельно рассматривались длина, углы встречи с преобладающими ветрами и количество угловых опор. Угловые опоры рассматривались в качестве фактора, влияющего на надежность потому, что они, по условиям эксплуатации, при нормальных условиях работы должны воспринимать слагающую тяжений проводов смежных пролетов [3]. На практике на разрезах часто не выполняются требования ПУЭ и вместо угловых используют промежуточные опоры. При этом невозможно правильно натянуть провода, что приводит к их захлесту и обрыву.

В таблице приведены уравнения регрессии, корреляционные отношения и остаточные среднеквадратические отклонения для ряда конструктивных и технико-эксплуатационных факторов.

Величина корреляционного отношения $R^2=0,2313$ означает, что на аварийность ВЛ в 23 % случаев от общего числа отказов существенно влияет количество экскаваторов, присоединенных к одному питающему фидеру. Относительно большие значения R^2 получены для количества отпаяк на фидере ($R^2=0,2294$), длин передвижных ВЛ ($R^2=0,1814$) и количества передвижных угловых опор ($R^2=0,2171$).

Для всех исследуемых зависимостей были вычислены коэффициенты корреляции, значимость которых проверялась согласно [2] сравнением их с критическим значением, зависящим от объема выборки n и уровня значимости p . Для проверки значимости уравнения регрессии в целом использовали F -критерий Фишера.

Установлено, что параметры стационарных воздушных линий не оказывают существенного влияния на аварийность (коэффициенты корреляции для длин стационарных ВЛ, количества стационарных угловых опор,

угла встречи стационарной ВЛ с преобладающим ветром, нагрузки, сечения провода ВЛ оказались незначимы).

Таблица

Факторы	Вид уравнения регрессии	Корреляционное отношение	Остаточное среднеквадратичное отклонение
Длина стационарной части ВЛ L_c , км	$y = 0,5829 L_c + 9,1883$	0,0037	10,01
Количество экскаваторов $N_{\text{э}}$, присоединенных к одному фидеру	$y = 3,5934 N_{\text{э}} + 5,3398$	0,2313	9,13
Количество отпаяк $N_{\text{отп}}$ на фидере	$y = 3,4345 N_{\text{отп}} + 6,0971$	0,2294	9,17
Количество передвижных угловых опор $N_{\text{уоп}}$	$y = 1,0707 N_{\text{уоп}} + 5,978$	0,2171	9,36
Длина передвижной части ВЛ L_n , км	$y = 3,9556 L_n + 5,5437$	0,1814	9,38

Результаты проведенного анализа позволяют сделать вывод о том, что среди отказов воздушных линий электропередачи в целом определяющую роль играют отказы их передвижных частей, а с помощью уравнений регрессии, приведенных в таблице, может быть рассчитано число отказов ВЛ в зависимости от влияющих факторов. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании систем электроснабжения, выборе трассировки ВЛ, планировании графиков технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов, для оптимизации структуры и улучшения режимов работы СЭС, при прогнозировании надежности воздушных линий электропередачи и для расчета экономического ущерба от ненадежности СЭС и их элементов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.Г. Захарова Анализ отказов систем электроснабжения угольных разрезов Кузбасса/А.Г. Захарова, Н.М. Шаулева//Промышленная энергетика. – 2008. – № 12. – С. 18-21.
2. Э. Сигел Практическая бизнес-статистика.: Пер. с англ./М.: Издательский дом "Вильям ", 2004. – 1056 с.
3. Правила устройства электроустановок: Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. 3-й выпуск. – Новосибирск.: Сиб. унив. изд-во, 2006. – 854 с.

УДК 621.922.1

*В.А. КОРОТКОВ, к.т.н., доц.,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОТРЕЗНЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Шлифовальные круги в процессе эксплуатации представляют собой объекты повышенной опасности, поскольку они вращаются на высоких скоростях и их разрыв, вызванный какими-либо причинами, сопряжен с возможной порчей обрабатываемой детали, с поломкой станка и с серьезным травмированием оператора.

Особенно актуальна эта проблема для отрезных шлифовальных кругов. Риск разрушения таких инструментов при работе гораздо выше, чем других разновидностей шлифовальных кругов, т.к. они эксплуатируются в нестационарных условиях резания, с произвольно изменяемым по величине и направлению вектором усилия резания.

Известны различные подходы к решению данной проблемы. В их числе:

- конструирование, корректирование и применение специальных защитных кожухов и крышек, максимально сужающих сектор разлета осколков разрушенного круга;
- повышение требований к соблюдению техники безопасности при работе на угловых шлифовальных машинках и абразивно-отрезных станках, предназначенных для эксплуатации отрезных кругов;
- повышение прочности и надежности отрезных кругов.

На кафедре металлорежущих станков и инструментов ГУ КузГТУ длительное время ведутся поисковые научные работы по реализации последнего направления. Их итогом на сегодняшний день является создание новой конструкции отрезных кругов с контролируемой формой зерен [1]. Суть конструкции состоит в том, что при изготовлении отрезных кругов готовят две смеси шлифовальных зерен с увлажнителями, связующими и наполнителями. Во второй смеси используют предварительно упорядоченные по форме шлифовальные зерна игольчато-пластинчатой формы, имеющие меньшую, чем в первой смеси, зернистость и заданный контролируемый коэффициент формы. В пресс-форму укладывают смеси, армирующие стеклосетки и металлическую втулку у посадочного отверстия шлифовального круга. Вторую смесь укладывают в концентрическую зону у посадочного отверстия, ограниченную предельным диаметром его изно-

са. Формуют шлифовальный круг, извлекают его из пресс-формы и проводят термическую обработку. Готовое изделие обладает повышенной разрывной прочностью.

Достижимый эффект повышения прочности объясняется более полным учетом специфики сложнапряженного состояния, при котором эксплуатируется отрезной круг. Специфика состоит в том, что при вращении круга действие центробежной силы приводит к возникновению в теле инструмента тангенциальных растягивающих напряжений, которые имеют максимальные значения у посадочного отверстия круга и являются основной причиной его разрушения [2]. Вследствие этого для повышения прочности круга целесообразным является упрочнение зоны у его посадочного отверстия.

До сих пор это делалось путем армирования круга упрочняющими элементами (стеклосетками и металлическими втулками) или путем изготовления зоны у посадочного отверстия из зерен мелких зернистостей.

Исследования, проведенные на кафедре "МСИИ" показали, что эффект упрочнения может быть также достигнут, если дифференцированно подходить к выбору формы шлифовальных зерен. Известно, что в массе абразива, изготавливаемого по типовой технологии путем дробления абразивного слитка с последующим рассевом на ситах, находятся зерна различных форм, изменяющихся от изометрических до игольчато-пластинчатых разновидностей. Чем более вытянутую игольчато-пластинчатую форму имеет шлифовальное зерно, тем больше площадь его поверхности [3]. С увеличением площади соприкосновения шлифовальных зерен со связкой улучшается их адгезия, они в большей мере воспринимают действующую нагрузку и, как следствие, напряжения во вращающемся круге распределяются по зернам и связке более равномерно. В результате повышается разрывная прочность таких кругов.

Для выделения из общей массы абразива зерен заданной формы можно использовать различные способы: сепарацию частиц по форме в потоке воздуха или жидкостей, электростатическую сепарацию, инерционную сепарацию и др. В данном случае был использован вибрационный способ. На основе этого способа была изготовлена партия отрезных шлифовальных кругов 230х3х22 13A63HCT3БУ. В них в качестве зерен большой зернистости были использованы зерна нормального электрокорунда 13A зернистостью 63, а для изготовления упрочненной концентрической зоны у посадочного отверстия кругов были использованы зерна карбида кремния черного марки 53С зернистостью 32, предварительно упорядоченные по форме и имеющие игольчато-пластинчатую конфигурацию.

Сравнительные прочностные испытания данных кругов по стандартной методике путем доведения их до разрыва при увеличении скорости

вращения на разрывной машине показали, что они на 12,2 % прочнее, чем стандартные инструменты.

Применение таких отрезных кругов повышают безопасность отрезных операций и позволяет на 10 м/с (с 80 м/с до 90 м/с) поднять их допустимую скорость эксплуатации, что положительно сказывается на их режущей способности, износе и стойкости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент на изобретение 2349446 РФ, МПК7 В24Д 18100. Способ изготовления шлифовальных кругов повышенной прочности на бакелитовой связке / Коротков В.А.; заявитель и патентообладатель Коротков В.А. – №2007129252, заявл. 30.07.2007; опубл. 20.03.2009; Бюл. №8.
2. В.П. Нетребко, А.Н. Коротков Прочность шлифовальных кругов. – М.: Николь, 1992, С. 31 – 39.
3. В.А. Коротков Оценка формы и площади поверхности шлифовальных зерен в трехмерном пространстве. – Обработка металлов, №2 (35), 2007, С. 27 – 29.

УДК 658.345

*Н.М. ЛИНДИНАУ, к.х.н., доц.,
В.А. ЛИНДИНАУ, аспирант,
Е.В. МАРЧЕНКО, студентка,
Иркутский государственный технический университет
Россия, г. Иркутск*

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ПЕННОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ ДЛЯ РЕЗЕРВУАРОВ С НЕФТЕБИТУМОМ

Для тушения пожаров резервуаров с нефтью или нефтепродуктами применяют пенное пожаротушение. При этом слой пены наносится на поверхность горящей жидкости. Под воздействием нагретой до температуры кипения горящей жидкости, часть пены разрушается. Выделившаяся в результате этого вода, в виде капелек, проходя через горящую жидкость, охлаждает ее поверхностный слой, что приводит к снижению скорости испарения жидкости. Оставшаяся часть пены, накапливаясь слоем определенной толщины на поверхности горящей жидкости, препятствует испарению последней. Благодаря этому, количество паров нефти или нефтепродукта, поступающее в зону горения, резко сокращается и становится недостаточным для поддержания горения и оно прекращается.

В качестве основного средства тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах применяется воздушно-механическая пена средней кратности (80-150). Допускается применение воздушно-механической пены низкой кратности (до 10) при тушении пожаров в резервуарах, оборудованных установками подачи пены через слой горючего (УППС).

В настоящее время существует большое количество разнообразных методов борьбы с огнем в резервуарных парках для хранения нефти и нефтепродуктов, использующих различное оборудование и механизмы пожаротушения. Все эти методы наряду с преимуществами имеют и ряд недостатков, которые помогут принять правильное решение в выборе системы пожаротушения.

Генератор пены средней кратности стационарный (пеногенератор) ГПСС-600 расположен на верхнем срезе обечайки резервуара, что приводит к снижению предельного уровня вливания в резервуар и уменьшению вместимости последнего.

В корпусе генератора расположены его основные части: распылитель и кассета. В нижней части корпуса имеется воздухозаборное отверстие, закрытое защитной сеткой. С боковых сторон корпус пеногенератора закрыт крышками, которые закреплены в транспортном положении винтами.

При возникновении возгорания по пожарным сухотрубам к горящему резервуару транспортируется водный раствор пенообразователя, который в корпусе пеногенератора, за счет подсоса воздуха, преобразуется в воздушно-механическую пену. Эта пена покрывает поверхность нефтепродукта, что препятствует дальнейшему горению.

Но надежность такой системы не велика, т.к. практически каждый пожар резервуара начинается с проскока пламени внутрь газового пространства. При этом происходит моментальное возгорание паровоздушной смеси внутри резервуара, что сопровождается взрывом или мощным хлопком. В этот момент происходит деформация элементов пеногенераторов, прорыв пеногенирующих сеток, деформация кровли резервуара и его верхних поясов, а зачастую полный отрыв кровли, обрыв пеногенераторов и их коммуникаций. Очевидно, что дальнейшее тушение пожара будет невозможным, поэтому предложено подавать пену от пеногенератора через слой нефтепродукта по рукаву.

На рис. 1 приведена схема тушения пожара путем подачи пены от пеногенератора, через слой нефтепродукта по рукаву.

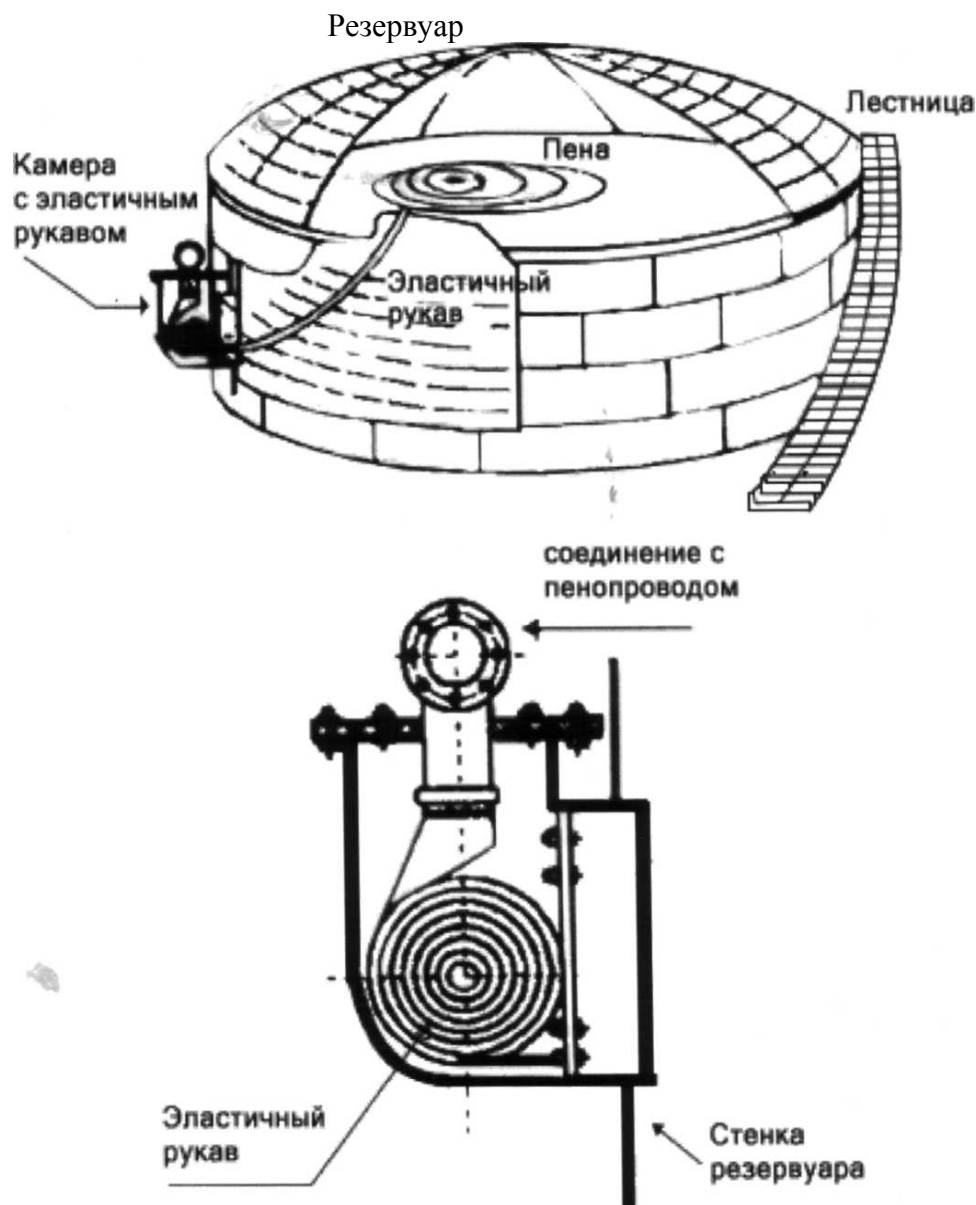


Рис. 1 Схема тушения пожара путем подачи пены от пеногенератора,

Пена подается на поверхность нефти или нефтепродукта от автономного источника через рукав установками подачи пены через слой горючего (УППС), которые расположены внизу резервуара (монтируются на люк-лаз).

Установки подачи пены через слой горючего (УППС) по эластичному рукаву предназначены для тушения пожаров нефтей и нефтепродуктов в наземных металлических резервуарах, рассчитанных на внутреннее избыточное давление в газовом пространстве до 200 мм водяного столба.

Принцип, заложенный в основу данного метода, заключается в следующем. Раствор воды и пенообразователя по пожарным сухотрубам уст-

ремляется к установке УППС под давлением до 7 атмосфер, эжектируется, смешиваясь с подсасываемым воздухом, образует воздушно-механическую пену. Пена попадает в капсулу со скрученным эластичным рукавом, который под действием давления выбрасывается через слой нефти или нефтепродукта на горящую поверхность, где и происходит вылив пены.

Так как пена подается через рукав, то перемешивание нефтепродукта в резервуаре не происходит.

Значительным преимуществом данного метода является то, что с пеной на горящую поверхность выносятся вся вода с ПАВ. Пена, изливающаяся из свободного рукава, приводит его в движение, обеспечивая ее распространение по поверхности нефтепродукта.

Установка УППС может обеспечиваться раствором воды и пенообразователя как от пожарного автомобиля так и в автоматическом режиме (автоматическая система пожаротушения), и, кроме того, они работают с рядовыми (не дорожными) пенообразователями.

УДК 262.253

*М.Д. ВОЙТОВ, к.т.н., доц.,
А.Б. САБАНЦЕВ, ст. преподаватель,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ВОРОНКООБРАЗУЮЩИХ ВРУБОВ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Действующими в настоящее время в России правилами безопасности при производстве взрывных работ в угольных шахтах, опасных по газу и пыли [1], предусмотрен ряд изменений, позволяющий повысить эффективность взрывных работ при проведении выработок относительно действующих "Единых правил безопасности при взрывных работах".

Разработанные параметры основного варианта и подвариантов комбинированного воронкообразующего вруба (КВВ) могут использоваться в рудных и угольных шахтах в забоях, не опасных по газу и пыли.

Для того чтобы использовать такие параметры врубов в опасных условиях угольных шахт необходимо, чтобы они удовлетворяли требованиям [1] о допустимых режимах короткозамедленного взрывания, но также обеспечивали условия, при которых не будет происходить взаимоуплотнения смежных шпуровых зарядов на контуре вруба и этих же зарядов сосредоточенных в скважинах.

Согласно [1] минимально допустимые расстояния между смежными шпуровыми зарядами диаметром 36 мм по условиям исключения их уплотнения, в зависимости от крепости пород и класса ВВ, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Условия взрывания	Минимально допустимые расстояния между смежными шпуровыми зарядами a_{\min} , м при применении ВВ классов по предохранительности			
	II	III–IV	V	VI
по углю	0,6	0,6	0,5	0,4
по породе: при $f < 7$	0,5	0,45	0,3	0,25
при $f = 7–10$	0,4	0,3	–	–

При этом в породах с $f > 10$ расстояние между смежными шпуровыми зарядами должно определяться нормативами, разработанными по согласованию с организацией-экспертом по безопасности взрывных работ.

Для того, чтобы выполнить проверку, рассчитанных по эффективности разрушения массива, расстояний между шпурами на контуре вруба с допущенными по безопасности на рис. 1 приведены графики зависимости расстояний между шпурами от крепости пород для ВВ II, III–IV и V классов по дискретным значениям a_{\min} , установленным [1].

Сглаженные значения минимально допустимых расстояний определены по графикам рис. 1 и сведены в табл. 2.

Таблица 2

Класс ВВ по предохранительности	Сглаженные минимально допустимые расстояния между смежными шпуровыми зарядами, a_{\min} , мм в породах с коэффициентом крепости, f											
	Уголь	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15
II	600	590	540	510	480	450	430	410	385	370	340	315
III–IV	600	570	520	470	430	390	350	320	290	265	230	210
V	500	460	390	325	275	230	190	–	–	–	–	–

Из данных табл. 2 следует, что во всех условиях взрывания при применении промышленных ВВ, расстояния между шпурами на контуре вруба больше допущенных по безопасности и, следовательно, врубы КВВ по условиям отсутствия уплотнения смежных зарядов удовлетворяют требованиям [1].

Если расстояния между шпуровыми зарядами во всех условиях взрывания удовлетворяет требованиям [1], то величина допустимого приближения шпуровых зарядов к сосредоточенному требует обоснования.

Для выполнения обоснования, в качестве справки, следует привести данные о области применения непридохранительных ВВ в зависимости от крепости пород. Так по [1] непридохранительные ВВ не содержащие сенсбилизаторов более чувствительных чем тротил (аммонит бЖВ) могут использоваться во всех породах по крепости. Детонит М и аммонал скальный № 3, содержащие более чувствительные сенсбилизаторы – в породах с f от 7 до 10, только во врубах, а в породах с f более 10 – любые ВВ в забоях, не опасных по газу и пыли.

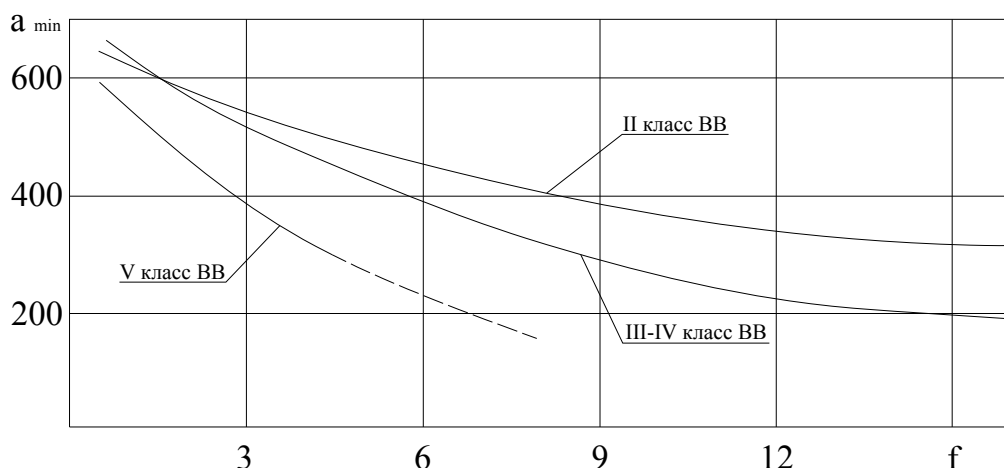


Рис. 1 График дифференцированных минимально допустимых расстояний между смежными шпуровыми зарядами по нормативам действующих ПБ [1]

Отсутствие уплотнения, отказов и выгорания смежных зарядов при a_{\min} обосновано прямыми экспериментами в угольных шахтах при взрывании зарядов цилиндрической конструкции диаметром 36мм и обобщенным анализом практики ведения взрывных работ, что позволило уточнить и дифференцировать результаты с учетом удельной мощности (энергии) зарядов и оформить в Правила безопасности [1].

Заряды в скважинах вруба конструктивно отличаются от шпуровых различным соотношением длины к их диаметру. Если заряды в шпурах, при использовании стандартных патронов ВВ, относятся к цилиндрическим, то заряды в скважинах вруба могут быть по своему действию, как приближающиеся к сферическим, при отношении длины к его диаметру не более 4 [2], так и переходными к цилиндрическим, когда приведенное соотношение превышает 4.

Термин "переходные к цилиндрическим" означает, что между сферическими и цилиндрическими зарядами нет четкой границы, поскольку вследствие меньшей скорости распространения волны напряжения в более сжатой зоне (у торцов зарядов), на некотором удалении от продольной оси заряда, в принципе любая цилиндрическая волна преобразуется в сферическую. Однако следует отметить, что в пределах a_{\min} цилиндрическая волна

от шпуровых зарядов массой 400 г и более не успевает трансформироваться в сферическую и распространяется в массиве по закономерностям цилиндрической волны.

Поэтому при обосновании допустимого отстояния шпуровых зарядов, по условиям отсутствия их уплотнения, от зарядов в скважинах вруба использованы закономерности затухания волн напряжения с относительным расстоянием с учетом соотношения их геометрических размеров.

Согласно теоретических положений [3, 4] затухания волны напряжения сферической формы с относительным расстоянием от них происходит в кубической зависимости, а цилиндрической формы – в квадратной.

При экспериментальном определении характера затухания напряжений на фронте волн в ближней зоне [5] (при относительном расстоянии $\bar{r} \leq 10$) в конкретных горных породах были получены показатели затухания ниже теоретических и, равные для цилиндрических 1,5 и сферических 2,0 с тенденцией приближения их к единице при $\bar{r} > 100$, т.е. на удалении, где волны напряжения преобразуются в сейсмические колебания.

С целью обеспечения максимальной гарантии исключения возможности уплотнения шпуровых зарядов скважинными, в основу определения текущих напряжений в сферических и цилиндрических волнах напряжения положены показатели степени затухания, установленные экспериментально, т.е. 2 и 1,5.

Кроме того, в нашем случае главным является оценка расстояния, при котором напряжения в волне от заряда в скважине вруба становится равным напряжению, при котором по [1] не происходит уплотнения смежных шпуровых зарядов.

Текущие значения напряжений при использовании цилиндрических и сосредоточенных зарядов могут быть представлены в виде:

$$Gr_{\text{ц}} = P_{\text{оц}} / \bar{r}^{\gamma_{\text{ц}}}; \quad Gr_{\text{с}} = P_{\text{ос}} / \bar{r}^{\gamma_{\text{с}}} \quad (1, 2)$$

где \bar{r} – относительное расстояние в радиусах зарядов;

$\gamma_{\text{ц}}$, $\gamma_{\text{с}}$ – показатели затухания волн напряжения, соответственно цилиндрической и сферической форм.

Условием отсутствия уплотнения смежных зарядов различной симметрии при некотором расстоянии между ними является равенство $Gr_{\text{с}} = Gr_{\text{ц}}$. При этом величина $Gr_{\text{ц}}$ при известных $P_{\text{оц}}$ и $\gamma_{\text{ц}}$ практически установлена [1] посредством минимально допустимого расстояния между смежными шпуровыми зарядами a_{min} .

Выразив относительные расстояния в формулах (1, 2) в абсолютных размерах, условие отсутствия уплотнения шпуровых зарядов на контуре вруба скважинными запишется в виде:

$$\frac{P_{oc}}{(a_{minc}/r_{3.c})^2} = \frac{P_{oc}}{(a_{min}/r_{3.ц})^{1,5}} \quad (3)$$

Заряд в скважине, состоящий из одной связки из 4^х стандартных патронов массой каждого 300 г, формирует сферическую волну напряжения на незначительном удалении от его оси.

При использовании в скважине двух и более связок патронов в ближней зоне формируется цилиндрическая волна, которая на некотором удалении от него преобразуется в сферическую с интенсивностью затухания напряжения свойственную такого типа волне.

Для определения размера границы, на которой происходит преобразование цилиндрической волны в сферическую воспользуемся зависимостью предложенную Г. И. Покровским [6] в виде

$$L = \frac{4}{3} R, \quad (4)$$

где L – длина цилиндрического заряда;

R – расстояние от оси заряда, на котором цилиндрическая волна превращается в сферическую.

При длине зарядов состоящих из 1^{ой}, 2^х и 3^х связок стандартных патронов ВВ массой 300 и 250 г и 2^х, 3^х и 4^х связок массой 200 г (угленит Э-6), допущенных к применению в шахтах, количественное значение R приведено в табл. 3.

Таблица 3

Тип ВВ	Параметры стандартного патрона ВВ		Длина заряда, см, состоящего из связок патронов ВВ, шт.		Расстояние от оси заряда R , см, на котором цилиндрическая волна преобразуется в сферическую		
	масса, г	длина, см	2	3	1 связка патронов	2 связки патронов	3 связки патронов
Аммонит АП-5ЖВ	300	27,5	55,0	82,5	20,62	41,25	61,82
Аммонит ПЖВ-20, Т-19	300	26,5	53,0	79,5	19,88	39,75	59,62
Аммонит № 6ЖВ	300	26,8	53,6	80,4	20,10	40,20	60,30
Детонит М	250	23,5	47,0	70,5	17,62	35,25	52,88
Аммонал скальный № 3	300	28,1	56,2	84,2	21,08	42,15	63,18
Угленит Э-6	200	17,0x2	51,0	68,0	25,5	38,25	51,00

Из сравнения данных табл. 1 и 3 следует, что на расстояниях a_{min} при использовании зарядов в скважинах, состоящих из 3^х связок патронов их цилиндрическая волна напряжения не преобразовывается в сферическую, а при зарядах из 2^х связок патронов только в угле и породах с $f < 7$ цилиндрическая волна успевает трансформироваться в сферическую. Очевидно, что напряжения от зарядов в скважинах снизятся до уровня допустимого

по [1], на расстояниях превышающих a_{\min} , что следует учитывать в дальнейших расчетах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Единые правила безопасности при взрывных работах: ПБ 13-407-01: утв. постановлением Госгортехнадзора России 30.01.01: ввод. в действие с 01.03.02 // Безопасность при взрывных работах: Сб. доп. сер. 13. Вып. 1. – М. : Государственное унитарное предприятие "Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России", 2002. – С. 5-212.
2. Мосинец, В. И. Разрушение трещиноватых и нарушенных горных пород / В. И. Мосинец, А. В. Абрамов. – М. : Недра, 1982. – 244 с.
3. Терминологический словарь горное дело. – М. : Изд-во "Недра", 1965. – 300 с.
4. Шемякин, Е. Н. О волнах напряжения в прочных горных породах. / ПМТФ, № 5. 1963. – С. 83-93.
5. Клаповский, В. Е. Особенности действия зарядов различной конструкции в среде. / Труды V сессии Ученого совета по народнохозяйственному использованию взрыва. Фрунзе, Илим, 1965. – С. 91-100.
6. Покровский, Г. И. Зависимость формы зоны действия взрыва от формы и расположения зарядов / В ст. Взрывное дело 54/11, управление действием взрыва. – М. : Изд-во Недра, 1964. – С. 234-240.

УДК 629.4.083

*К.С. КРЕМНЕВ, аспирант
Самарский государственный университет путей сообщения
Россия, г. Самара*

ПРИМЕНЕНИЕ FMEA-АНАЛИЗА ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Для повышения безопасности жизнедеятельности и улучшения условий труда при техническом обслуживании и ремонте тягового подвижного состава в ремонтном локомотивном депо может с успехом применяться FMEA-анализ.

Анализ видов и последствий потенциальных отказов FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) – это эффективный инструмент повышения качества разрабатываемых или уже разработанных технических объектов, направленный на предотвращение дефектов или снижение негативных по-

следствий от них. Это достигается благодаря предвидению дефектов или отказов и их анализу, проводимому на этапах проектирования и эксплуатации конструкций и производственных процессов [1].

FMEA-анализ позволяет проанализировать потенциальные дефекты и отказы, их причины и последствия, оценить риски их появления и обнаружения в ремонтном локомотивном депо и принять меры для устранения или снижения вероятности ущерба от их появления [2].

В настоящее время FMEA является одной из стандартных технологий анализа качества изделий и процессов, поэтому в процессе его развития выработаны типовые формы представления результатов анализа и типовые правила его проведения.

Для проведения FMEA-анализа собирается экспертная команда, представляющая собой временный коллектив из разных специалистов, созданный специально для анализа и доработки процессов, входящих в систему технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава. При необходимости в состав экспертной команды могут приглашаться опытные специалисты из других организаций.

В своей работе экспертная команда применяет метод мозгового штурма. Для эффективной работы все члены команды должны иметь практический опыт и высокий профессиональный уровень.

Рекомендуемое число участников команды – от 4 до 8 человек. Полный состав участников команды для работы должен быть неизменным, однако в отдельные дни в работе команды может принимать участие не полный ее состав, что определяется целесообразностью присутствия тех или иных специалистов при рассмотрении текущего вопроса.

В команде должен быть определен ведущий, которым может быть любой из членов экспертной команды, признаваемый остальными как лидер в рассматриваемых вопросах.

При проведении FMEA-анализа члены экспертной команды определяют для каждого из элементов технического объекта или технологического процесса в ремонтном локомотивном депо следующее:

- потенциальные дефекты;
- потенциальные причины дефектов;
- потенциальные последствия дефектов;
- возможности контроля появления дефектов;
- параметр тяжести последствий B – экспертная оценка, проставляемая по 10-балльной шкале (наивысший балл проставляется для случаев, когда последствия дефекта влекут юридическую ответственность);
- параметр частоты возникновения дефекта A – экспертная оценка, проставляемая по 10-балльной шкале (наивысший балл проставляется, когда оценка частоты возникновения составляет 0,25 и выше);

- параметр вероятности необнаружения дефекта E – экспертная оценка, проставляемая по 10-балльной шкале (наивысший балл проставляется для "скрытых" дефектов, которые не могут быть выявлены до наступления последствий);
- приоритетное число риска $RPZ=B \times A \times E$ – параметр, показывающий, в каких отношениях друг к другу в настоящее время находятся причины возникновения дефектов (дефекты с наибольшим приоритетным числом риска, то есть $RPZ \geq 100$, подлежат устранению в первую очередь).

Результаты FMEA-анализа заносятся в протокол (табл. 1).

Таблица 1

Протокол анализа видов, причин и последствий
потенциальных дефектов

Объект, процесс	Потенциальный дефект	Потенциальные причины	Потенциальные последствия	Контроль	B	A	E	RPZ	Корректирующие действия

Для выявленных в ходе анализа "слабых мест" ($RPZ \geq 100$) разрабатываются корректирующие или предупреждающие мероприятия. Рекомендуется направлять корректирующие мероприятия в следующей последовательности:

1. Исключить причину возникновения дефекта:
уменьшается параметр A .
2. Воспрепятствовать возникновению дефекта:
уменьшается параметр A .
3. Снизить влияние дефекта:
уменьшается параметр B .
4. Облегчить и повысить достоверность выявления дефекта:
уменьшается параметр E .

Разработанные корректирующие действия заносятся в последнюю графу протокола анализа видов, причин и последствий потенциальных дефектов (табл. 1). После проведения корректирующих мероприятий пересчитывается приоритетное число риска RPZ : если его не удалось снизить до приемлемых пределов (малого риска $RPZ < 40$ или среднего риска $RPZ < 100$), то разрабатываются дополнительные корректирующие действия и повторяются предыдущие шаги.

По результатам FMEA-анализа элементов технических объектов или технологического процесса в ремонтном локомотивном депо для разработанных корректирующих мероприятий составляется план их внедрения и определяется:

- в какой временной последовательности следует внедрять эти мероприятия и сколько времени потребует проведение каждого из них, как скоро появится запланированный эффект;
- кто будет отвечать за их проведение и кто будет конкретным исполнителем;
- где (в каком цеху) они должны быть проведены;
- из какого источника будет производиться финансирование проведения мероприятий (статья бюджета депо).

В настоящее время FMEA-анализ широко применяется в промышленности Японии, США, активно внедряется в странах ЕС. Его использование позволяет резко сократить "детские болезни" при внедрении разработок в производство [3].

Применение FMEA-анализа при техническом обслуживании и ремонте тягового подвижного состава позволит сократить число дефектов и отказов, что способствует повышению безопасности жизнедеятельности и улучшению условий труда в ремонтном локомотивном депо.

FMEA-анализ – эффективный инструмент по предупреждению аварий и несчастных случаев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51814.2-2001. Системы качества в автомобилестроении. Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов. – Введ. 2002-01-01. – М.: Издательство стандартов, 2001. – 18 с.
2. B.S. Dhillon. Reliability, Quality and Safety for Engineers. – Ontario, Canada: CRC Press, 2005. – 240 p.
3. М.Г. Круглов, Г.М. Шишков. Менеджмент качества как он есть. – М.: Эксмо, 2006. – 544 с.

УДК 622.232

*И.А. ПАНАЧЕВ, зав. кафедрой, д.т.н., проф.,
И.А. НАСОНОВ, к.т.н., доц.,
А.Н. ПУТЯТИН, к.т.н., доц.,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ГРАНСОСТАВА ВЗОРВАННЫХ ПОРОД И ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ШАГАЮЩИХ ЭКСКАВАТОРОВ

В настоящее время на разрезах Кузбасса приоритетным направлением развития угледобывающего комплекса, является повышение инвестиционной привлекательности проектов освоения угольных ресурсов за счет увеличения производительности труда и сокращения простоев шагающих экскаваторов. Исследование влияния горнотехнических характеристик взорванных пород и температуры окружающей среды на параметры надежности и трещиностойкости металлоконструкций шагающих экскаваторов позволит разработать эффективные меры предупреждения аварий и сокращения их простоев.

В качестве исходной информации для оценки надежности шагающих экскаваторов использовались результаты хронометражных наблюдений, отчетные данные горных предприятий, акты аварий, отчеты диспетчерских и механических служб о заменах деталей и узлов экскаваторов.

Изменения параметра потока отказов ω экскаваторов ЭШ 10/70 в течение года по месяцам представлены на рис.1. Анализ полученных зависимостей показал, что на величину потока отказов значительно влияет увеличение среднего диаметра куска в развале пород, связанное со смерзаемостью горной массы. В зимние месяцы по сравнению с летними величина потока отказов возрастает в 1,8 раза.

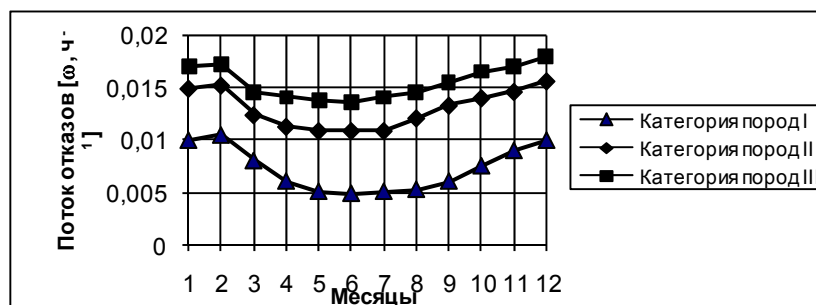


Рис.1. Изменения параметра потока отказов ω экскаватора ЭШ 10/70

Влияние условий эксплуатации на параметр потока отказов подсистем экскаватора ЭШ 10/70 представлено на рис.2.

Гистограммы представленные на рис.2 показывают, что влияние среднего диаметра куска развала пород на надежность подсистем экскаваторов усиливается при понижении температуры окружающей среды.

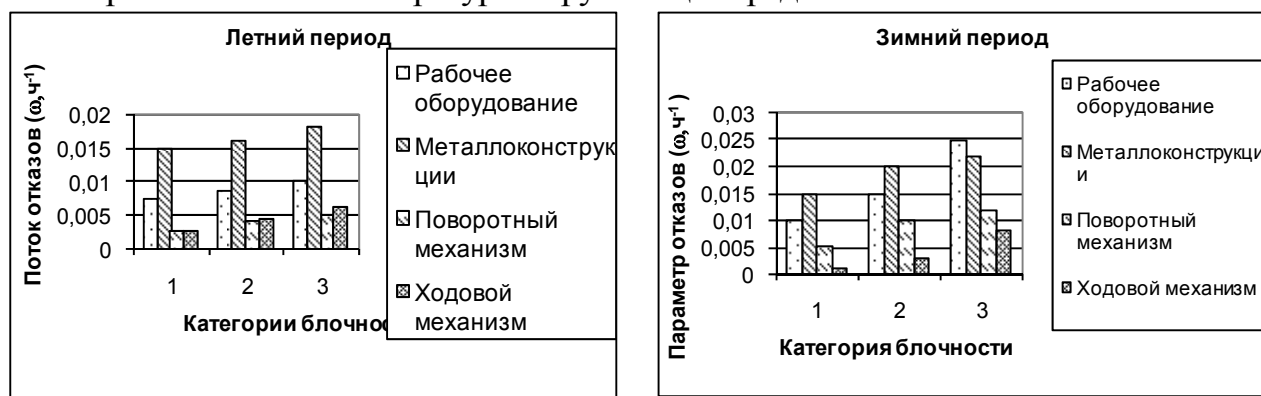


Рис.2. Гистограммы изменения потока отказов ($\omega, \text{ч}^{-1}$) подсистем экскаваторов по категориям пород в летний и зимний период

В зимний период по сравнению с летним происходит снижение параметров надежности шагающих экскаваторов. Коэффициент готовности уменьшается в 1,5 раза; коэффициент неисправности увеличивается в 2,2 раза; наработка на отказ уменьшается в 2,4 раза; среднее время восстановления увеличивается в 1,6 раза.

В результате выполненных исследований установлено, что гранулометрический состав взорванной горной массы содержит в зимний период значительный процент негабаритных кусков, существенно затрудняющего эффективную работу экскаваторов. Использование шагающих экскаваторов в этих условиях часто становится причиной непредвиденных отказов [1].

Проведенный анализ характера нагружения, условий эксплуатации и разрушений металлоконструкций шагающих экскаваторов показали, что сочетание статического, циклического характера нагружения и низких температур эксплуатации приводит к сокращению долговечности, уменьшению эксплуатационной надежности и катастрофическому разрушению конструкций, которые могут привести к огромным материальным затратам и жертвам. Поэтому для прогнозирования долговечности и эксплуатационной надежности элементов металлоконструкций, работающих в условиях низких температур необходимо располагать экспериментальными данными о статической и циклической трещиностойкости материалов применяемых при изготовлении металлоконструкций шагающих экскаваторов.

К параметрам статической и циклической трещиностойкости относятся: критический коэффициент интенсивности напряжений (K_{IC}) и скорость роста трещин (dl/dN), для определения которых использовались плоские образцы с односторонним боковым надрезом, нагружаемые внецентренным растяжением. В образцах исследовались три зоны (ввиду разли-

чий механических свойств в этих зонах): основной металл, металл околошовной зоны и металл сварного шва (рис.3).

Для образцов принятой формы коэффициент интенсивности напряжений (КИН) определялся с помощью выражения:

$$K = \frac{PY}{t \sqrt{W}} \quad (1)$$

где: $Y = 29.6 \left(\frac{l}{W} \right)^{\frac{1}{2}} - 185.5 \left(\frac{l}{W} \right)^{\frac{3}{2}} + 665.7 \left(\frac{l}{W} \right)^{\frac{5}{2}} - 1017 \left(\frac{l}{W} \right)^{\frac{7}{2}} + 639 \left(\frac{l}{W} \right)^{\frac{9}{2}}$

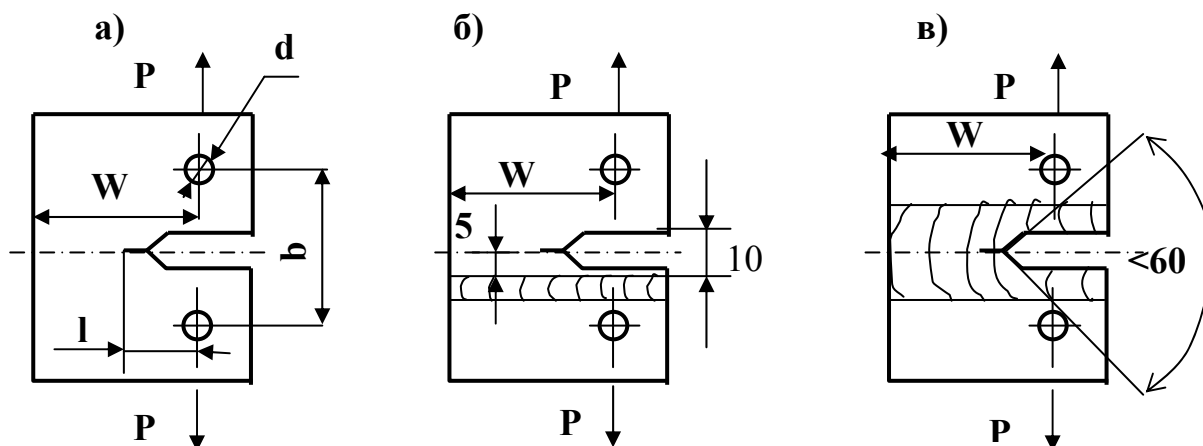


Рис.3. Исследуемые образцы: а- трещина в основном металле; б- трещина в металле околошовной зоны; в - трещина в металле сварного шва

Эксперименты по определению характеристик статической и циклической трещиностойкости стали 10ХСНД были выполнены при воздействии отрицательных температур в диапазоне от 0 до -40°C.

Для проведения циклических и статических испытаний при пониженных температурах применялась методика контактного охлаждения [2]. В данной работе для оценки статической трещиностойкости стали 10ХСНД использовался метод J- интеграла (J_c), позволяющий определять вязкость разрушения при значительной пластической деформации в вершине трещины, в том числе в условиях общей текучести материала.

Экспериментальное определение (J_c) и его критического значения производилось по методике, предложенной Бигли и Лэндизом [3]. Методика основана на измерении разности потенциальной энергии деформации ΔU двух идентичных образцов, отличающихся лишь длиной трещины Δl , при одинаковом смещении v_i точек приложения нагрузки. Значения (J_c) вычисляли по формуле:

$$J_c = S_i / (l_1 - l_2) t, \quad (2)$$

где: S_i - площадь диаграммы, равная приращению энергии, потраченной на разрушение образцов с разной длиной трещины; l_1 - длина трещины первого образца; l_2 - длина трещины второго образца; t -толщина образцов;

В образцах, предназначенных для определения статической трещиностойкости, предварительно прорастивалась трещина пульсирующим растяжением. Размах коэффициента интенсивности напряжений принимался из условия: $\Delta K_1 \leq 0,2 K_c$. Для точности определения площади относительные длины трещин ($\frac{l}{w}$) в образцах были приняты равными 0,25-0,60.

Величину критического коэффициента интенсивности напряжений (K_c) определяли по известной формуле:

$$K_c = \sqrt{J_C E (1 - \mu^2)}, \quad (3)$$

где: E - модуль упругости первого рода; μ – коэффициент Пуассона.

По результатам выполненных исследований о влиянии низких температур в выбранном диапазоне ($0 \div -40^\circ\text{C}$) на рост трещин в образцах, испытываемых на внецентренное растяжение, построены графики скорости роста трещин указанных зон в двойных логарифмических координатах в интервале $\Delta K_1 = 25-70 \text{ МПа}\sqrt{\text{м}}$ (рис.3).

В результате выполненных исследований было установлено, что параметр потока отказов экскаватора ЭШ 10/70 в зимний период по сравнению с летним при увеличении среднего диаметра куска породы в развале на 20 % увеличивается в 1,8 раза, а трещиностойкость металлоконструкций (стрела, надстройка, поворотная платформа) при понижении температуры до -40°C уменьшается в 1,4 раза.

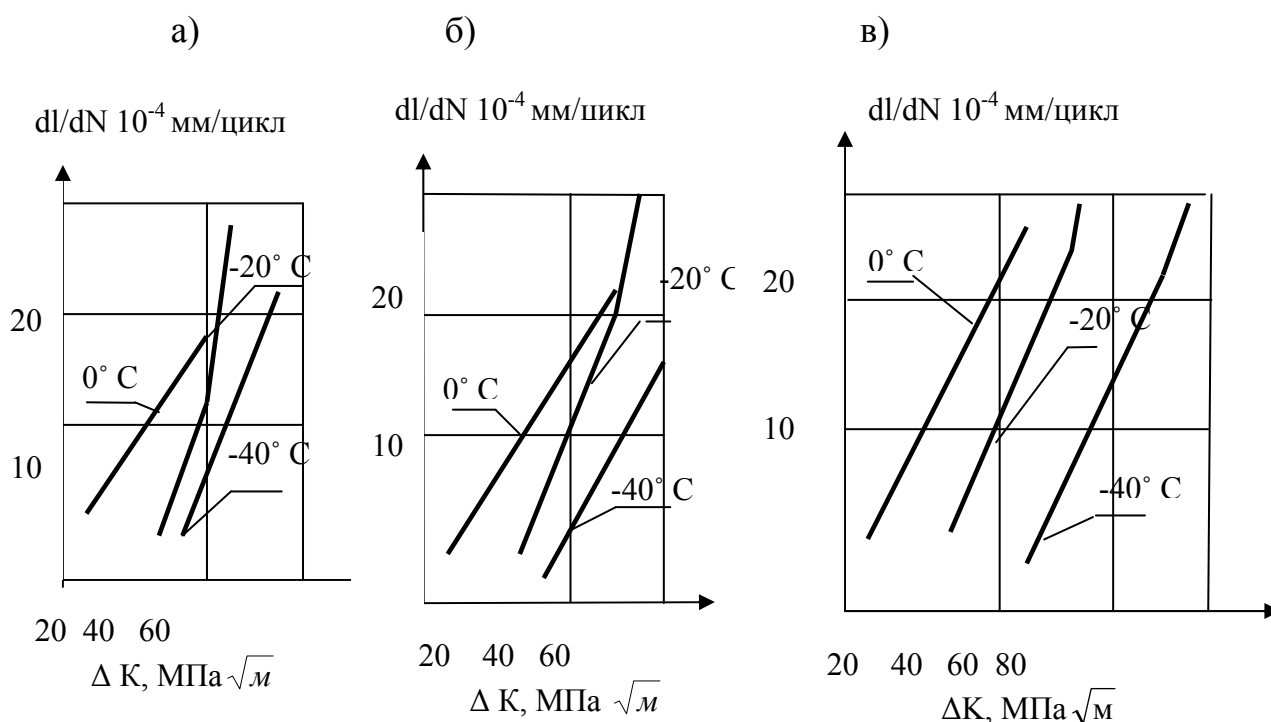


Рис.3. Скорость роста усталостной трещины в исследуемых зонах стали 10ХСНД: а) основной металл; б) металл сварного шва; в) металл околошовной зоны

Более интенсивное снижение параметров трещиностойкости происходит в сварном шве, что объясняется наличием в нем микродефектов, а также остаточных сварочных напряжений, влияние которых увеличивается при снижении температуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. И.А. Паначев, М.Ю. Насонов, А.Н. Путятин К оценки напряженно-деформированного состояния некоторых сварных металлоконструкций шагающих экскаваторов // Вестник КузГТУ. – 2004. - №3.
2. Е.Г. Воронежский Влияние низких температур эксплуатации на усталостный ресурс сварных соединений с исходными дефектами // Автореф., дисс., на соиск. уч. степ. к.т.н. М. 1984.
3. J.A. Begley The J-integral as a fracture critical // In Fracture Toughness. Part II, ASTM STP 514. 1972. p.p. 1-20.

УДК 621.316.016.25+621.316.727

*Р.В. БЕЛЯЕВСКИЙ, ассистент
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОНДЕНСАТОРНЫХ УСТАНОВОК В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С ВЫСШИМИ ГАРМОНИКАМИ

На сегодняшний день наибольшее распространение в качестве технических средств компенсации реактивной мощности на промышленных предприятиях получили конденсаторные установки. В целях уменьшения перетоков реактивной мощности по элементам электрических сетей и снижения тем самым потерь активной мощности и напряжения, конденсаторные установки следует размещать вблизи мест потребления реактивной мощности, то есть непосредственно в производственных цехах предприятий с присоединением их наглухо к зажимам электроприемников. Конденсаторные установки как средства компенсации реактивной мощности обладают рядом эксплуатационных преимуществ, и при нормальных условиях являются относительно безопасными в эксплуатации.

В соответствии с [1] конденсаторные установки должны находиться в техническом состоянии, обеспечивающем их долговременную и надежную работу. Однако, в настоящее время в связи с широким применением на промышленных предприятиях мощных электроприемников с нелинейной вольтамперной характеристикой, в электрических сетях существует

проблема высших гармоник (несинусоидальности). При работе данных электроприемников в сетях генерируются высшие гармоники тока и напряжения, как результат искажения формы синусоидальной кривой при работе нелинейных нагрузок.

Наличие высших гармоник в электрических сетях приводит к целому ряду отрицательных последствий. Существенное влияние высшие гармоники оказывают и на работу конденсаторных установок, применяемых для компенсации реактивной мощности в сетях с нелинейными нагрузками. Они чаще выходят из строя по причине ускорения износа диэлектриков, вызванного интенсификацией под действием высоких частот электрического поля физико-химических процессов, обуславливающих старение диэлектриков, а также по причине перегрузки конденсаторов токами высших гармоник, которая возникает, как правило, при появлении в электрической сети резонансного режима на частоте какой-либо из высших гармоник.

Возникновение резонансного режима приводит к тому, что через конденсаторы протекают значительные токи резонирующих гармоник, соизмеримые, а иногда и значительно превосходящие ток первой гармоники. Перегрузка конденсаторов токами высших гармоник может достигать на практике достаточно большой величины и составлять по данным [2] до 400 %, что может привести к недопустимому вздутию стенок корпусов конденсаторов и даже к их взрыву, и в конечном итоге к выходу конденсаторной установки из строя. Взрыв корпусов конденсаторов может также вызвать выброс в окружающую среду производственного цеха, в котором непосредственно установлена конденсаторная установка, пропитывающего диэлектрика и создать тем самым угрозу безопасности жизнедеятельности работающего персонала. Особенно тяжелые последствия могут иметь место при использовании в конденсаторах в качестве пропитывающего диэлектрика трихлордифенила, являющегося высокотоксичным веществом.

Из сказанного выше следует, что непосредственное применение конденсаторных установок в электрических сетях промышленных предприятий при наличии нелинейных нагрузок сопряжено с определенными трудностями и может представлять угрозу безопасности жизнедеятельности, как для персонала, так и для предприятия в целом, и поэтому в ряде случаев их установка может оказаться недопустимой.

Для защиты конденсаторных установок и создания нормальных условий для их работы используются реакторы (дрессели), которые включаются в сеть последовательно с конденсаторами, а также комплектные фильтрокомпенсирующие устройства (ФКУ), обеспечивающие одновременно компенсацию реактивной мощности основной частоты и фильтрацию высших гармоник. ФКУ размещаются в узле подключения нелинейной нагрузки и состоят из регулятора реактивной мощности и силовых фильтров, обеспечивающих фильтрацию высших гармоник тока нелиней-

ной нагрузки. На рис. 1 представлены некоторые варианты принципиальных схем ФКУ в различных исполнениях.

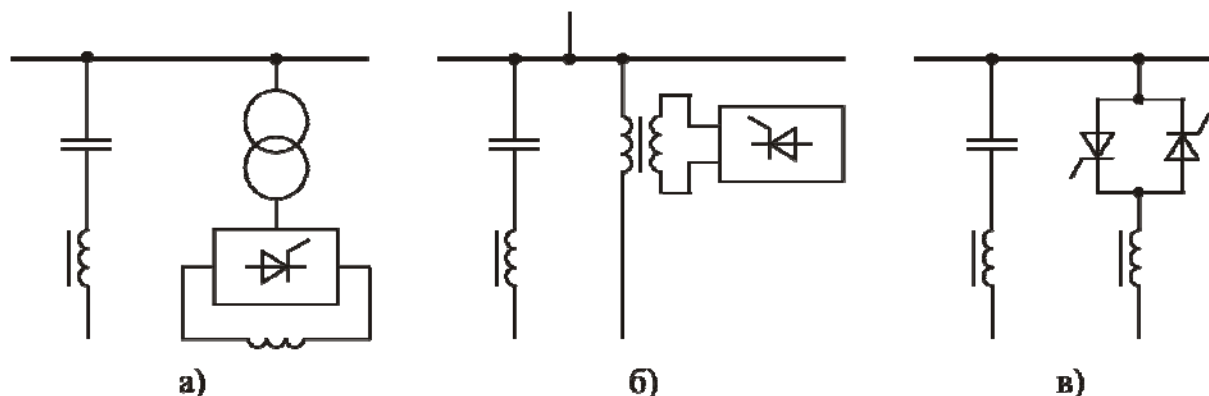


Рис. 1. Принципиальные схемы ФКУ

ФКУ являются перспективным средством уменьшения вредного влияния нелинейных динамических нагрузок на сети промышленного электроснабжения. Вместе с тем в настоящее время при использовании ФКУ в электрических сетях промышленных предприятий приходится сталкиваться с определенными трудностями, вызванными, прежде всего, отсутствием общепринятых рекомендаций, которые бы регламентировали порядок применения ФКУ для компенсации реактивной мощности и фильтрации высших гармоник. Сложность представляет также выбор параметров элементов (дросселей и конденсаторов) резонансных цепей ФКУ, поскольку правильность их выбора определяется значительным количеством факторов. Так, для каждого ФКУ требуется сначала определить резонансную группу гармоник, а затем рассчитать индуктивность и емкость фильтра, настроенного на частоту некоторой ν -ой гармоники. Количество параллельно включенных резонансных цепей ФКУ при этом должно быть таким, чтобы коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения не превышал допустимого значения по ГОСТ 13109-97. Кроме того, параметры ФКУ определяются также значением и характером нелинейной нагрузки, дефицитом реактивной мощности и характеристиками питающей сети, так как эффективность фильтрации высших гармоник с помощью ФКУ существенно зависит от правильного выбора частотных характеристик системы электроснабжения, рассчитанных с учетом подключения к ней дополнительных фильтров.

Поэтому сегодня требуется осуществлять подробный анализ имеющихся схем ФКУ, а также решать вопросы диапазонов изменения реактивной мощности и высших гармоник в электрических сетях. Для проведения подобных исследований необходимо разработать математическую модель системы электроснабжения с нелинейными нагрузками и подключенными к ней ФКУ. На базе данной модели необходимо провести компьютерное

моделирование с построением частотных характеристик питающей сети, которое позволило бы в результате выработать общие рекомендации по применению ФКУ и получить оптимальные схмотехнические решения, что, в свою очередь, способствовало бы дальнейшему решению задач компенсации реактивной мощности и безопасной эксплуатации конденсаторных установок в электрических сетях с высшими гармониками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2008. – 252 с.
2. Разгильдеев Г. И. Эксплуатация систем электроснабжения : Учеб. пособие / Г. И. Разгильдеев. – Кемерово : Кузбас. гос. техн. ун-т, 2001. – 150 с.
3. Железко Ю. С. Компенсация реактивной мощности и повышение качества электроэнергии / Ю. С. Железко. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 224 с.

УДК 622:621.31-213.34:622.86

*В.М. ЕФРЕМЕНКО, зав. кафедрой, к.т.н.,
Кузбасский государственный технический университет
г. Кемерово*

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Требуемый уровень (качество) взрывозащиты регламентируется на стадии разработки электрооборудования, как правило, в техническом задании на разработку. Если принять задаваемый уровень взрывозащиты в виде комплексного показателя $K_{вз}$, то в процессе разработки, изготовления и эксплуатации оборудования по разным причинам возможны отклонения от заданного уровня, в результате чего его фактическое значение в эксплуатации может составить $K_э < K_{вз}$ (рис.1).

Общая задача оценки уровня взрывозащиты электрооборудования заключается в выявлении возможных или фактических отклонений показателей $\Delta K = K_{вз} - K_э$ для последующего установления источников этих отклонений, осуществления необходимых мероприятий и оказания регулирующих воздействий вплоть до полного устранения отклонений.

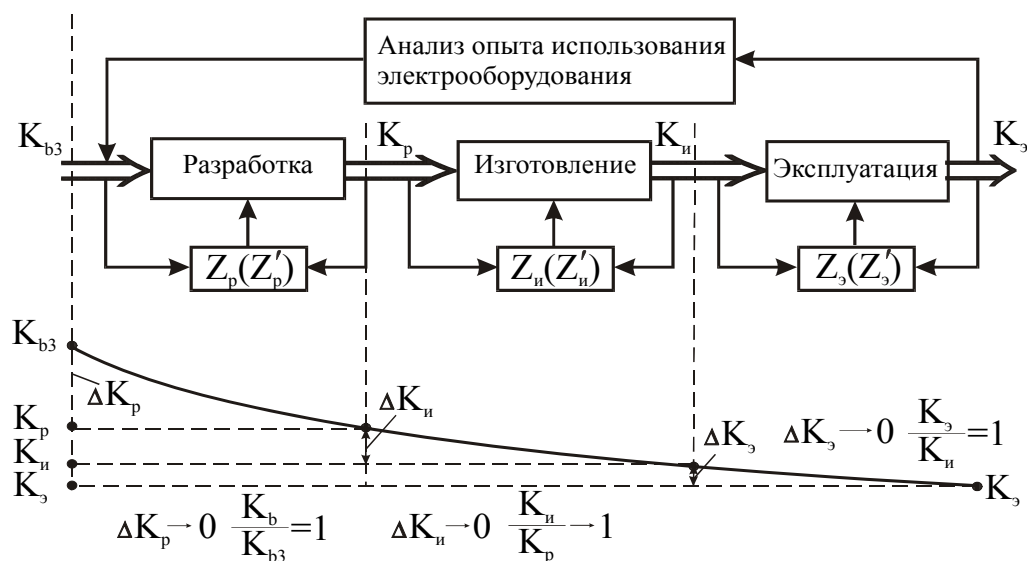


Рис.1 Изменения уровня взрывозащиты в процессе жизненного цикла электрооборудования

При определении состава свойств, характеризующих взрывобезопасность электрооборудования, выборе и обосновании номенклатуры показателей следует исходить из принципиального положения о том, что взрывобезопасные свойства электрооборудования проявляются во взаимодействии компонентов системы **"человек – электрооборудование – окружающая среда"** на всех этапах жизненного цикла изделия. Это взаимодействие проявляется по-разному, зависит от условий изготовления и эксплуатации электрооборудования и носит характер активных действий и противодействий компонентов. При этом указанные действия и противодействия могут быть разделены на основные и сопутствующие.

Схема опасных воздействий электрооборудования на человека и окружающую среду представлена на рис. 2.

Основное воздействие соответствует целевому назначению, а свойства электрооборудования обеспечивают при этом полезный эффект от использования. Сопутствующее воздействие не связано с целевым назначением электрооборудования, а свойства, проявляющиеся при этом воздействии, обуславливают дополнительное влияние на человека и (или) внешнюю среду. Сопутствующие активные действия электрооборудования на внешнюю среду проявляются в снижении экологических показателей окружающей среды, а воздействия на человека – в опасности для жизни и здоровья человека.

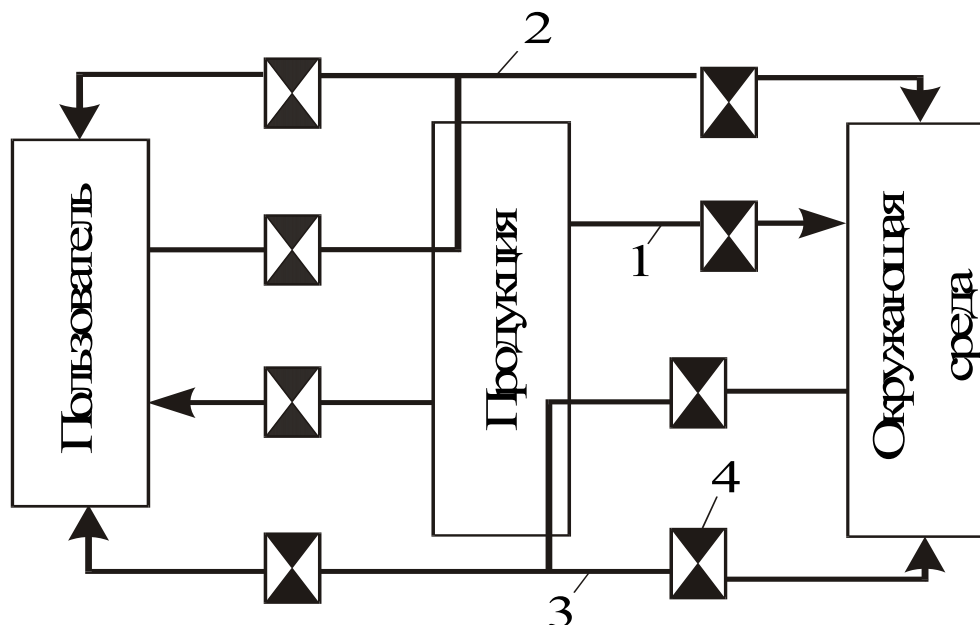


Рис. 2. Схема опасных воздействий электрооборудования на человека и окружающую среду: 1 – воздействия, вследствие наличия внутренних источников опасности; 2 – недостаточная техническая грамотность пользователя; 3 – неприемлемость условий применения; 4 – средства обеспечения взрывобезопасности электрооборудования

В общем случае опасности для человека, возникающие при эксплуатации, зависят от однородности опасных воздействий, способа воздействия на человека и источника возникновения опасности. По способу воздействия различают прямые и опосредованные опасности, по источнику – внутренние и внешние.

Прямые опасности проявляются путем непосредственного физиологического воздействия на человека, опосредованные – через искусственно созданное при эксплуатации продукции замкнутое пространство.

К внутренним относятся опасности потенциально заложенные в электрооборудования, т.е. обусловленные составом, структурой и исходными материалами. К внешним – опасности возникающие в результате проявления новых свойств электрооборудования под воздействием внешних факторов: условий окружающей среды, отклонений от номинальных режимов работы и др.

Как видно из рис.2, окружающая среда, человек и эксплуатируемое оборудование оказывают воздействие (и противодействие) друг на друга, создавая определенную опасность, которая должна быть оценена. Трудность такой оценки заключается в том, что способы воздействий (противодействий) весьма разнообразны и не всегда поддаются количественной оценки. При этом для оценки опасности системы "человек – оборудование – окружающая среда" необходимо, исходя из комплексной оценки различ-

ных факторов безопасности, определить степень значимости отдельных факторов, их блоков и соотнести все это с конкретными структурными образованиями. Сложность заключается в том, что многие факторы не имеют количественной оценки или имеют разные оценочные шкалы. Чтобы провести комплексную оценку, в этом случае, необходимо привести все оцениваемые факторы к одной шкале.

Кроме того следует учесть и то, что переход потенциальной опасности, постоянно присутствующей в горных выработках, в реальную (взрыв, возгорание, травмы и др.) возможен при совпадении различных случайных (стохастических) событий. Например, наличие среды с взрывоопасной концентрацией метана и источника инициирования взрыва.

В системе "человек – оборудование – окружающая среда" необходимо рассматривать также такие проблемы, как оценка "качества" человека (возраст, здоровье, его образование, профессионализм, дисциплинированность и др.), качеств производственной деятельности и её результатов, безопасность окружающей среды и ряд других.

Вследствие переменного состояния всех компонентов системы (человек – оборудование - внешняя среда) следует оценивать техническое состояние взрывозащиты в каждый момент времени, характеризующийся определенной совокупностью конкретных параметров деталей и систем. Причем известно, что изменения постоянно накапливаясь, могут привести к скачкообразному изменению качественного состояния либо отдельного элемента системы, либо всей системы. Особенно опасно, когда в системе произойдут одновременно несколько качественных скачков.

УДК 621.3

*А.И. СИДОРОВ, проректор, д.т.н., проф.,
А.В. КОРЖОВ, к.т.н., доц.,
Ю.В. МЕДВЕДЕВА, к.т.н., доц.
О.М. МАЛЫШЕВА, студент,
Южно-Уральский государственный университет
Россия, г. Челябинск*

**МЕТОДИКИ РЕСУРСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СТАРЕНИЯ
ИЗОЛЯЦИИ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ 6(10) кВ ГОРОДСКИХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ОТ ДЕЙСТВИЯ СОБСТВЕННОГО
МАГНИТНОГО ПОЛЯ***

Проведённые нами исследования показали, что при анализе электро-безопасности персонала, обслуживающего городские кабельные сети 6(10)кВ, и населения необходимо разрабатывать мероприятия по ресурсосбережению изоляции данных кабелей в условиях эксплуатации.

Одним из факторов, сказывающихся на степени старения изоляции, является собственное магнитное поле [1-4] и физические процессы, связанные с ним: электродинамические усилия между жилами трёхфазного кабеля, оказывающие динамическое механическое воздействие на изоляцию; действие магнитного поля на токи утечки в изоляции; потери и коррозионные процессы в металлических оболочках кабеля.

Для проведения ускоренных ресурсных исследований (сокращению количества возможных комбинаций по уровням воздействующих на изоляцию кабелей эксплуатационных факторов) нами предложено использовать теорию математического моделирования и теорию планирования экспериментов. В качестве воздействующих на изоляцию факторов рассматриваются: X1 – температура изоляции; X2 – напряжение, приложенное к изоляции; X3 – уровень магнитного поля; X4 – влажность; X5 – вибрационное воздействие на изоляцию; X6 – уровень механического напряжения на изоляцию. В качестве отклика предложено рассматривать, например, электрическую прочность изоляции.

При двухфакторном эксперименте необходимо выбрать регрессионное уравнение второй степени, а эксперименты проводить по плану второго порядка (табл. 1), переходя к векторному изображению варьируемых факторов (рис. 1).

* Работа выполнена при государственной поддержке Совета по грантам Президента РФ для молодых российских учёных – кандидатов наук (шифр заявки: МК 1402.2009.8)

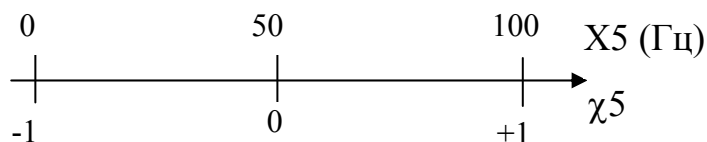


Рис. 1 Векторное изображение фактора

Таблица 1

Матрица двухфакторного эксперимента

№ опыта		1	2	3	4	5	6	7	8	9
№ реализации		27, 11, 8	10, 4, 19	20, 7, 11	12, 8, 21	23, 17, 3	6, 13, 26	24, 15, 9	5, 16, 25	22, 14, 2
X5	Физич.	0	100	0	100	0	100	50	50	50
χ5	Код.	-1	+1	-1	+1	-1	+1	0	0	0
X1	Физич.	25	25	200	200	87	87	20	200	87
χ1	Код.	-1	-1	+1	+1	0	0	-1	+1	0
у	Отклик в экспериментах (электрическая прочность изоляции)									

Для выявления закономерностей в формировании отказов изоляции силовых кабельных линий напряжением 6(10)кВ под действием механических напряжений, вызванных электродинамическими усилиями, нами разработана и опробована экспериментальная методика определения механических характеристик типовой изоляции силовых кабелей (сшитый полиэтилен, бумажно-масляная изоляция) с применением уникального оборудования лаборатории материаловедения Южно-Уральского государственного университета, приобретённого в рамках Национального проекта "Образование". Для определения термомеханических свойств изоляции в условиях 1, 50 и 100 Гц вибрации, для диапазона температур от 20 до 200°С использован прибор динамического механического анализа DMA 242C, NETZSCH рис. 2.

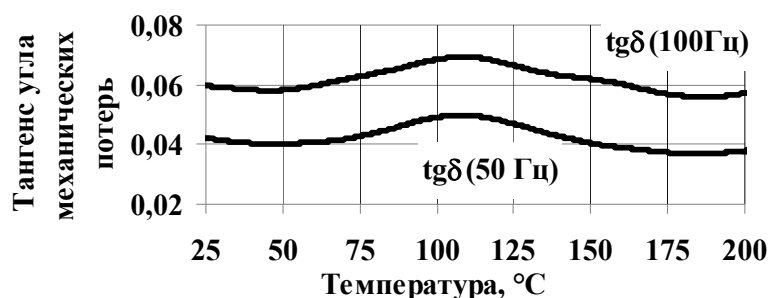


Рис. 2. Тангенс угла механических потерь определён при испытании на локальное динамическое воздействие бумажно-масляной изоляции с частотой 50 и 100 Гц

Для определения диаграммы деформирования изоляции кабеля применялась универсальная напольная испытательная машина INSTRON 5882, используемая для проведения механических испытаний на растяжение, сжатие, изгиб при пониженных, нормальных и повышенных температурах с замером усилий и деформаций контактным и бесконтактным тензометрами рис. 3.

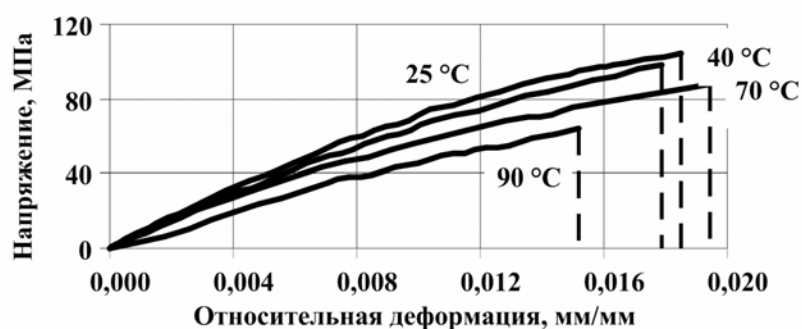


Рис. 3. Диаграмма деформации образцов бумажно-масляной изоляции, испытания проведены на INSTRON 5882

Расчёт на циклическую прочность изоляции кабеля в условиях 100 Гц вибрации (определение допускаемого числа циклов до развития дефекта), обусловленных электродинамическими усилиями по заданным амплитудам механических напряжений, предложено проводить на основе гипотезы линейного суммирования повреждений в течение времени эксплуатации и энергетического критерия, основанного на сравнении удельной энергии цикла (площадь под петлёй циклического нагружения) и энергии, затраченной на однократное нагружение до разрушения (площадь под кривой однократного нагружения).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коржов, А.В. Энергетическая диаграмма силового кабеля для анализа активных потерь, влияющих на состояние изоляции [Текст] / А.В.

Коржов, Е.В. Томашева // Вестник ЮУрГУ. Серия " энергетика". – Челябинск: Издательство ЮУрГУ. – 2008. – Вып. 9. – № 11 (111). – С. 29 – 31.

2. Коржов, А.В. Влияние магнитного поля кабелей 6–10 кВ на их изоляцию [Текст] / А.В. Коржов, А.И. Сидоров, Е.В. Томашева // Электричество. – 2009. – №1. – С. 46 – 53.

3. Расчёт магнитного поля и магнитных потерь в силовых кабельных линиях [Текст]: программа / ГОУ ВПО "Южно-Уральский государственный университет"; рук. Коржов А.В.; исполн.: Томашева Е.В. – М., 2007. – № ГР 50200701993. – Инв. № ФАП 9034.

4. Расчёт электродинамических усилий в силовых кабельных линиях [Текст]: программа / ГОУ ВПО "Южно-Уральский государственный университет"; рук. Коржов А.В.; исполн.: Томашева Е.В. – М., 2007. – № ГР 50200701317. – Инв. № ФАП 8558.

УДК 621.3

*А.В. КОРЖОВ, доцент, к.т.н.,
Южно-Уральский государственный университет
Россия, г. Челябинск*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ СТАРЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ 6(10) кВ ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ОТ ДЕЙСТВИЯ СОБСТВЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ*

Актуальность исследования причин отказов в кабельных линиях (КЛ) вызвана результатами анализа аварийности в целом в городах с населением более 100 тыс. жителей, где повреждения КЛ 6(10) кВ являются причиной 80–90% всех отключений. Как известно, электробезопасность – система организационных мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества. При этом характеристики изоляции в сильной степени влияют на безопасность жизнедеятельности и надёжность электроснабжения потребителей электрической энергии.

В процессе длительной эксплуатации происходит старение изоляции, которое выражается в ухудшении её электрофизических характеристик.

* Работа выполнена при государственной поддержке Совета по грантам Президента РФ для молодых российских учёных – кандидатов наук (шифр заявки: МК 1402.2009.8)

Из-за старения изоляции и большой протяжённости городских кабельных сетей у обслуживающего персонала увеличивается объём работ, связанный с осмотром кабельных трасс, выездом на место повреждений, проведением высоковольтных испытаний и ремонтов. Это не может не сказываться на условиях труда персонала и безопасности проживающего вблизи трасс населения. В этом случае возникает проблема определения механизма воздействия на изоляцию факторов, обусловленных действием тока нагрузки КЛ.

Проведённые нами статистические исследования в городских электрических сетях городов Челябинска, Кургана, Нефтекамска показали, что существуют различные закономерности в повреждаемости силовых кабелей, напряжением 6(10) кВ, находящихся в резерве без нагрузки под напряжением и кабелей под нагрузкой.

К электрофизическим явлениям, обусловленным действием собственного магнитного поля, относятся такие явления, как потери в металлических элементах конструкций кабелей, электродинамические силы, приводящие к механическим воздействиям на кабели, прямое воздействие магнитных полей на свободные заряды диэлектрика.

Общеизвестно, что вне зависимости от токовой нагрузки КЛ при наличии разности потенциалов между слоями изоляции в этих слоях от электрического поля протекают поляризационные процессы смещения упругосвязанных зарядов, которые обуславливают появление токов смещения до момента наступления установившегося состояния. Наличие в диэлектриках небольшого числа свободных зарядов приводит к возникновению токов утечки, на которые действует магнитное поле от тока нагрузки.

При выводе основных расчётных соотношений, связывающих электрические и механические параметры, кабельная жила была представлена в виде схемы замещения (рис. 1).

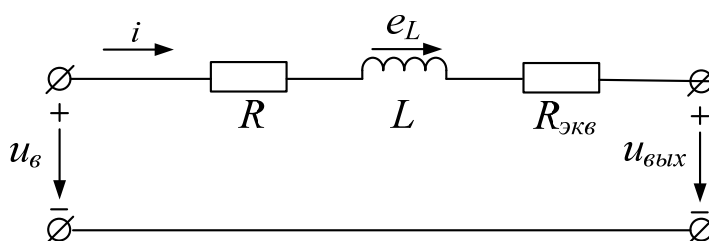


Рис. 1. Схема замещения кабельной жилы по пути протекания тока нагрузки

На этом рисунке: $u_в$ – входное напряжение жилы кабеля; R – активное сопротивление жилы; L – полная индуктивность кабельной жилы; e_L – ЭДС самоиндукции жилы; $R_{экв}$ – эквивалентное активное сопротивление, на котором выделяемая активная мощность равна в части, относимой к одной жиле, сумме магнитных потерь в металлической оболочке $p_{мг}$, потерь

от действия электрического поля p_E и магнитного поля на токи утечки $p_{эм}$; $u_{вых}$ – напряжение на нагрузке жилы (выходное напряжение).

Для этой схемы замещения получено уравнение баланса мощностей:

$$\Delta p = p_{мех} + p_{эл} + p_{\omega} + p_{дон}. \quad (1)$$

Здесь

- $\Delta p = i \cdot \Delta u$ – изменение полной мощности одной жилы;
- $p_{мех} = \frac{1}{2} \omega_m \cdot i^2 \frac{dL}{d\theta}$ – мгновенное значение механической мощности жилы, обусловленной электродинамическими силами от токов нагрузки;
- $p_{эл} = i^2 \cdot R$ – мгновенное значение мощности, выделяемой от электрических потерь на активном сопротивлении жилы;
- $p_{\omega} = i \cdot L \frac{di}{dt} + \frac{1}{2} i^2 \frac{dL}{dt}$ – мгновенное значение мощности, связанной с изменением энергии магнитного поля;
- $p_{дон} = i^2 R_{экв} = (p_E + p_{эм} + p_{мг})$ – мгновенное значение мощности, выделяемой в жиле от эквивалентных электрических потерь, равных по значению сумме дополнительных потерь, обусловленных действием электрического и магнитного полей на токи утечки и вихревые токи;
- ω_m – угловая скорость перемещения жилы относительно нейтрального положения;
- θ – гол отклонения жилы от нейтрального положения.

Установлено [1], что мощность, выделяемая при совершении работы по перемещению свободных зарядов под действием магнитного поля, равна произведению длины перемещения, частоты сети и силы, воздействующей на заряды:

$$P_{эм} = l_{жс} f F_A. \quad (2)$$

Задача расчёта активных потерь от сил Ампера решена через определение радиальной и тангенциальной составляющих электродинамических сил. Выражение мгновенной мощности, выделяемой при совершении работы по перемещению жилы под действием общей радиальной силы и при тангенциальных колебаниях одной жилы:

$$p_p = 0,105 \frac{1}{\omega m} C^2 \cdot I_m^4 \cdot \sin 4\omega t. \quad (3)$$

$$p_m = -\frac{3}{64} \cdot \frac{R_y^2}{\omega J} \cdot C^2 \cdot I_m^4 \cdot \sin 4\omega t. \quad (4)$$

Как следует из полученного уравнения энергетического баланса жилы, механические, электрические и дополнительные потери от действия магнитного поля на токи утечки, а также магнитные потери в оболочке входят в единое уравнение и при определении эффективности передачи электрической энергии от источника к потребителю могут быть рассмотрены совместно, несмотря на различный характер физического воздействия на изоляцию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.В. Коржов, Влияние магнитного поля кабелей 6–10 кВ на их изоляцию [Текст] / А.В. Коржов, А.И. Сидоров, Е.В. Томашева // Электричество. – 2009. – №1. – С. 46 – 53.

УДК 621.313.333:045.028

*В.Г. КАШИРСКИХ, д.т.н., проф.,
А.В. НЕСТЕРОВСКИЙ, к.т.н., доц.,
А.П. НОСКОВ, ст. преподаватель,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

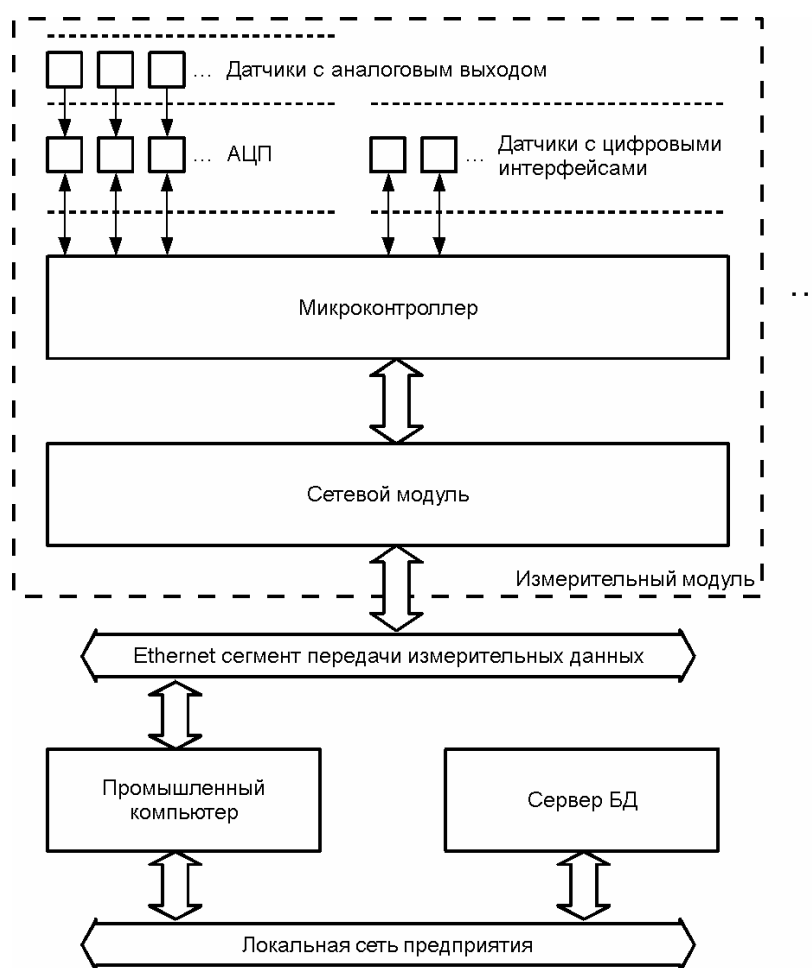
ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

В настоящее время современный автоматизированный электропривод с использованием соответствующего управления является основой для реализации оптимальных технологических процессов большинства промышленных установок. Очевидно, что для эффективного управления электроприводом необходима информация о состоянии объекта управления. Для этих целей предлагается использовать разработанный нами информационно-вычислительный комплекс, структура которого представлена на рисунке. Использование информации о текущем состоянии электропривода направлено на повышение эффективности управления и эксплуатационной надежности электропривода и промышленной установки в целом.

Для организации передачи измерительной информации с нижнего уровня информационно-вычислительного комплекса на верхний уровень использованы технологии Ethernet, обладающие рядом достоинств. Поскольку промышленные Ethernet-сети получили широкое распространение в промышленности, существует большое количество Ethernet-совместимого оборудования, позволяющего создавать гибкие структуры

с учетом предъявляемых требований к надежности, скорости работы, стоимости. Например, возможно построение высоконадежной сети на базе оптоволокну, не подверженной воздействию помех и влиянию агрессивных промышленных сред.

С помощью современных промышленных Ethernet-коммутаторов возможна реализация резервируемой кольцевой структуры с малым временем восстановления в случае повреждения линий связи. В некоторых случаях целесообразным может оказаться внедрение участков беспроводной связи. Такая гибкость системы не требует схемотехнических изменений конечных устройств, и фактически, унификация Ethernet как единой сетевой технологии ведет к упрощению развертывания, эксплуатации и обслуживания систем.



Структура информационно-вычислительного комплекса

В процессе рабочего функционирования промышленной установки на основе информации от датчиков напряжения и тока и математической модели электропривода вычисляются текущие значения его параметров и переменных величин в реальном времени (динамическая идентификация).

Микроконтроллер опрашивает аналого-цифровые преобразователи и датчики с цифровыми интерфейсами и формирует в ОЗУ пакеты данных. Параллельно с этим, уже сформированные пакеты передаются на сетевой модуль, который самостоятельно, без участия микроконтроллера, осуществляет их передачу через Ethernet интерфейс на промышленный компьютер.

Для передачи измерительной информации выделен независимый Ethernet сегмент, не пересекающийся с локальной сетью предприятия, чтобы не допустить в передаче измерительной информации потерь, вызванных трафиком других устройств и компьютеров.

На промышленном компьютере, для которого нами разработано оригинальное программное обеспечение, вначале происходит первичная обработка информации — фильтрация, масштабирование, преобразование из целочисленного представления в формат с плавающей точкой, а затем — динамическая идентификация.

Полученные в результате работы информационно-вычислительного комплекса текущие значения параметров и переменных величин электропривода затем направляются через локальную сеть предприятия на сервер баз данных для сохранения, откуда они могут быть получены по запросу через локальную сеть. Эти данные предназначены не только для использования в работе системы управления электропривода, а также и для защиты и функциональной диагностики электропривода.

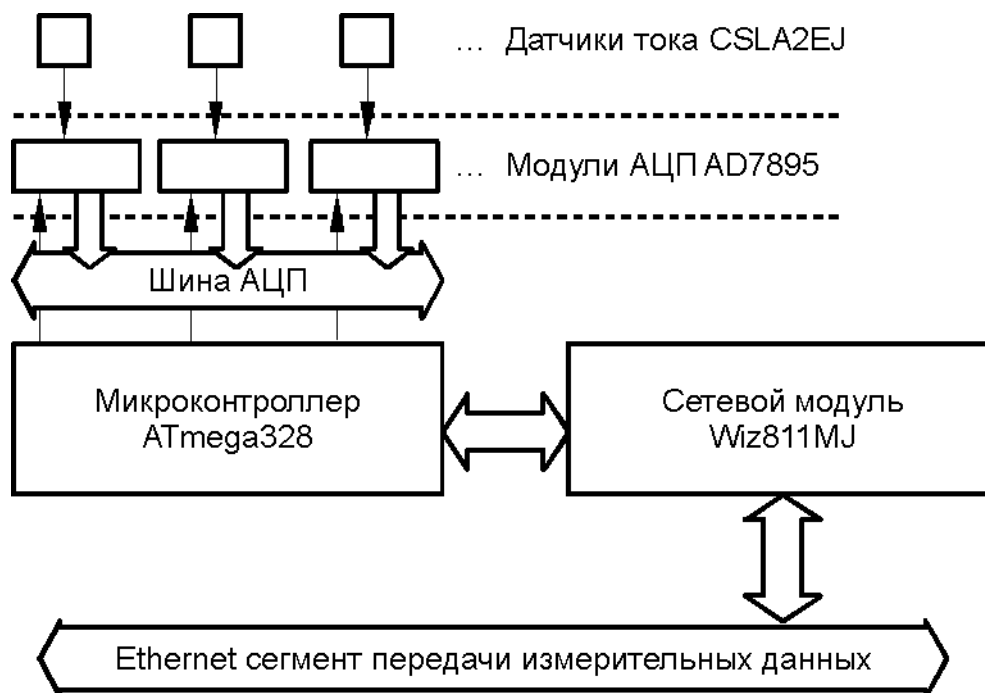
УДК 621.313.333:045.028

*В.Г. КАШИРСКИХ д.т.н., проф.,
А.В. НЕСТЕРОВСКИЙ, к.т.н., доц.,
А.П. НОСКОВ, ст. преподаватель
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

На рисунке приведена структура измерительного модуля, разработанная для информационно-вычислительного комплекса, производящего динамическую идентификацию состояния асинхронных электроприводов. Основой динамической идентификации, разработанной нами и используемой в данной системе, является компьютерная обработка информации, содержащейся в на-

пряжениях и токах электродвигателя на основе математической модели электродвигателя и математических методов идентификации.



Структура измерительного модуля

Здесь рассмотрена только структура модуля, предназначенного для измерения фазных токов асинхронного электродвигателя. В качестве датчиков тока выбраны датчики типа CSLA2EJ, работа которых основана на эффекте Холла с гальванической развязкой с измеряемой цепью. Диапазон измеряемых токов — до 300 А. Одним из достоинств этих датчиков, упрощающих схемотехническую реализацию, является то, что и питание, и выходной сигнал являются однополярными.

Для преобразования выходного сигнала датчиков в цифровой сигнал в системе применены однополярные 12-ти битные АЦП AD7895с временем преобразования 3.8 мкс, которого вполне достаточно, исходя из характера изменения токов электродвигателя.

Роль управляющего устройства в модуле выполняет микроконтроллер Atmega 328P-PU семейства AVR, работающий на частоте 20МГц. Выполняемые им задачи включают в себя опрос АЦП, формирование пакетов данных и передача их на сетевой модуль Wiz811MJ, который соединен с микроконтроллером 8-битной шиной данных и 2-битной управляющей шиной.

Сетевой модуль позволяет вести передачу данных по сети Ethernet по протоколам TCP и UDP. Он самостоятельно организует работу протоколов нижнего уровня стандарта Ethernet (ARP, MAC, PHY), и имеет в составе разделяющий трансформатор с разъемом RJ-45. Модуль является полно-

ценным микропроцессорным устройством с интерфейсом Ethernet, имеет собственный MAC и IP адрес, и не требует вмешательства в процесс передачи данных со стороны управляющего микроконтроллера после получения от него очередного пакета.

К достоинствам данного сетевого модуля можно отнести то, что он может работать в наиболее распространенных в настоящее время сетях Ethernet 10BaseT/100BaseTX, поддерживает технологии Auto Negotiation, Auto MDI/MDIX.

Экспериментальные исследования, проведенные в процессе отладки информационно-вычислительного комплекса, подтвердили высокую эффективность работы данного измерительного модуля. Максимально достижимая скорость передачи данных при испытаниях составила 1МБит/сек, что вполне достаточно для передачи информации о значениях трех фазных токов асинхронного электродвигателя с частотой дискретизации 4кГц.

УДК 614.8.084

*С.М. ПЕТРОВ, главный инженер
ОАО "Самаранефтегаз",
И.А. СУМАРЧЕНКОВА, к.х.н., доц.,
Самарский государственный технический университет
Россия, г. Самара*

ОЦЕНКА РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА УСТАНОВКАХ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТЕШЛАМОВ

Технологический процесс переработки нефти сопровождается образованием опасным в обращении отходов – нефтешламов, являющихся одним из источников загрязнения поверхностных и подземных вод, почвенного покрова и атмосферного воздуха. Источниками образования нефтешламов являются: сбросы нефти и нефтепродуктов со сточными водами с технологических установок, в том числе при проведении ремонтных работ и зачистке аппаратов; сбросы в системы оборотного водоснабжения с технологических установок в случае нарушения плотности теплообменной аппаратуры; дренирование осаждаемой смеси воды и шламов с товарных и промежуточных резервуаров; зачистка резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов перед их ремонтом; отвод нефтешлама с сооружений механической очистки и сооружений водяных блоков; отвод пены с установок напорной флотации; зачистка систем канализации; зачистка загрязненных нефтепродуктами территорий.

Нефтешламы относятся к веществам токсичным и взрывопожароопасным. Присутствие в данных отходах нефтепродуктов, различных по составу и происхождению, варьирующих в широком диапазоне концентраций, а так же нефти, воды и механических примесей делает их достаточно сложным объектом для утилизации. В настоящее время насчитывается большое количество технологических решений по утилизации нефтешламов, начиная с термического обезвреживания (сжигания) и заканчивая его утилизацией с получением вторичного нефтяного сырья. С точки зрения экономических и экологических факторов наиболее рациональными являются технологии утилизации нефтяных шламов, направленных на выделение и утилизацию нефти и нефтепродуктов. Комплексная переработка и использование отходов в качестве вторичного сырья обеспечивают сохранение природных ресурсов, при этом резко снижается уровень загрязнения окружающей среды.

Такой комплекс по переработке нефтешламов как правило состоит из: сепарационного оборудования; приемных резервуаров для приема нефтесодержащих шламов, направляемых с буферного пруда и с территории завода, нагрева и гомогенизации шлама перед подачей его на сепарационный модуль; полигона биологической деструкции нефтесодержащих шламов, предназначен для биологической обработки и обезвреживания твердой фазы, образующейся в процессе разделения нефтесодержащего сырья на сепарационной установке. Отгороженная часть секционированного буферного пруда используется для засыпки донного осадка фугатом (твердый остаток с содержанием нефтепродуктов до 2%, и имеющий IV класс опасности), который доставляется с полигона биодеструкции, с последующим захоронением осадка и рекультивацией.

Процесс переработки и извлечения нефтешламов относится к технологическим процессам, при которых возможно бесконтрольное высвобождение энергии или утечки взрывопожароопасных веществ, поэтому обеспечение безопасности процесса переработки нефтешламов – задача достаточно актуальная и необходимая. Обеспечение безопасной эксплуатации объекта не возможно без проведения анализа риска, т.е. идентификации опасности, анализа частоты реализации опасных событий и анализа последствий.

Закономерность возникновения и развития аварийных ситуаций представляется последовательностью событий на технологическом блоке, так называемым сценарием развития возможной аварии.

Существует пять наиболее вероятных сценариев возникновения аварий на комплексе по переработке нефтешламов.

Сценарий С1. Полное разрушение резервуара → разлив нефти и нефтепродуктов в обвалование → пожар пролива.

Сценарий С2. Порыв трубопровода перекачки нефтепродукта с установке → неконтролируемая утечка нефтепродукта через аварийное отверстие за

время, определяемое временем обнаружения и временем устранения утечки аварийно-восстановительной бригадой.

Сценарий С3. Пожар на установке.

Сценарий С4. Пожар на буферном пруду.

Сценарий С5. Гидродинамическая авария на буферном пруду.

Проведем оценку риска возникновения наиболее опасного события – аварии в резервуарном парке по сценарию С1 исходя из объема хранимых нефти и нефтепродуктов, площади разлива.

При оценке количества опасного вещества, участвующего в аварии в резервуарных парках, рассматривается случай квазимгновенного раскрытия резервуара с полным выбросом содержимого в окружающую среду. На уровне инженерной оценки времени растекания горячей нефти исходим из предположения, что "цилиндрический" слой жидкости, образовавшийся в результате квазимгновенного разрушения резервуара, растекается под действием только гравитационных сил, рис.1

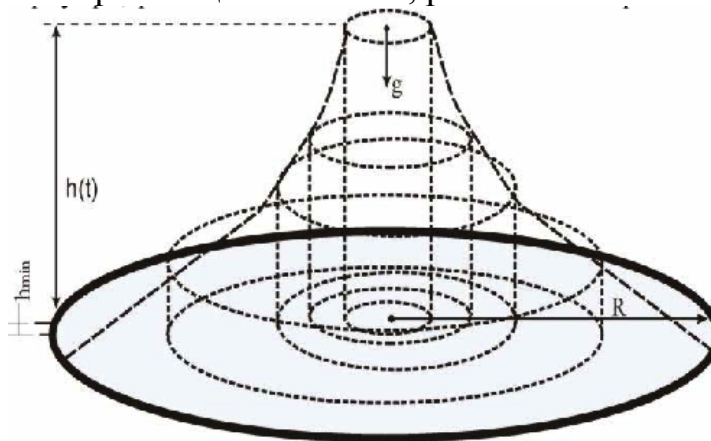


Рис.1 Принцип расчета гравитационного растекания цилиндрического слоя жидкости

Уравнение материального баланса для скорости гравитационного растекания "цилиндрического" слоя жидкости

$$\frac{dR}{dt} = \sqrt{2 \cdot g \cdot [h(t) - h_{\min}]}, \quad (1)$$

где dR/dt – скорость растекания "цилиндрического" слоя жидкости;

g – ускорение свободного падения;

$h(t)$ и h_{\min} – текущая и минимальная толщина слоя жидкости.

Текущая толщина слоя $h(t)$ для данного объема растекающейся жидкости зависит от массы вещества участвующего в аварии, его плотности при заданной температуре, текущего значения площади зеркала разлива и определяется выражением

$$h(t) = \frac{Q}{\rho \cdot \pi \cdot R_i^2}, \quad (2)$$

где Q – масса вещества участвующего в аварии;
 ρ – плотность вещества;
 R_i – текущее значение радиуса зеркала разлива в i -й момент времени.
 Учитывая выше сказанное, дифференциальное уравнение первого порядка будет иметь вид:

$$dt = \frac{dR}{\sqrt{2g \left(\frac{Q}{\rho \cdot \pi \cdot R^2} - h_{\min} \right)}}. \quad (3)$$

С учетом уравнения (3) время "добегания" жидкости (t_p) до точки, расположенной на расстоянии R_i от аварийного резервуара находится из выражения:

$$t_p = \frac{1}{\sqrt{2g \cdot h_{\min}}} \cdot \left[-R \cdot \left(\frac{Q}{\rho \cdot \pi \cdot R^2} - h_{\min} \right)^{\frac{1}{2}} + r \cdot \left(\frac{Q}{\rho \cdot \pi \cdot r^2} - h_{\min} \right)^{\frac{1}{2}} \right], \quad (4)$$

где R – максимальный радиус зеркала разлива при полном растекании по подстилающей поверхности до минимальной толщины слоя жидкости;
 r – радиус аварийного резервуара.

Подставляя значения в уравнение (4) вычисляем время "добегания" нефти и нефтепродуктов до рассматриваемой точки - 0,35с.

Следующим этапом согласно сценарию С1 является оценка зон теплового поражения при пожаре разлива нефти и нефтепродуктов. Данные приведены в таблице 1.

Таблица.1
Вероятные зоны теплового излучения

Максимально возможная масса аварийного разлива, т	Максимально возможная площадь аварийного разлива, м ²	Время полного выгорания нефти и нефтепродуктов, час	Уровни теплового потока (кВт/м ²) на расстоянии (м) от фронта пламени		
			7,0	3,5	1,4
386	542,9	0,65	50	77	123

Для оценки потенциального риска необходимо знать частоту λ_A возникновения и развития аварии на объекте, а также вероятности последствий поражающего воздействия.

Значение величины λ_A определялась методами математической статистики с учетом среднестатистических данных об авариях резервуаров на объектах хранения нефти и нефтепродуктов.

По данным работ и баз данных о статистике аварий и чрезвычайных ситуаций Федеральной службы по технологическому надзору, МЧС России, анализ разрушений резервуаров представлен как частная выборка из

генерального статистического массива зарегистрированных случаев пожаров и аварий на резервуарах по НПЗ за период с 1960 по 2003 гг.

Используя методы математической статистики, частота аварий на резервуарах с частичным или полным их разрушением и выбросом нефти и нефтепродуктов в окружающее пространство в течение года из расчета на один резервуар составляет $\lambda = 3,8 \times 10^{-2}$ с дисперсией $D = 1,89 \times 10^{-3}$ и стандартным отклонением $\sigma = 4,3 \times 10^{-2}$ при 95%-м доверительном интервале ($3,0 \times 10^{-2}$; $4,6 \times 10^{-2}$).

От базовой, обобщенной частоты аварий для резервуарных парков страны необходимо перейти к частоте аварий конкретных резервуаров, учитывая их конструктивные особенности (внутренний объем резервуара) и вид хранимого нефтепродукта. Частота аварий в резервуарном парке исходя из данные [1,2,3,4] о характере распределения разрушившихся резервуаров по видам хранимых жидкостей, вместимости и объектам хранения, составляет $1,15 \times 10^{-6}$ в год.

Результаты анализа риска аварий свидетельствуют о том, что граница зоны потенциального риска гибели человека, превышающего 10^{-6} г, не выходит за пределы комплекса. Потенциальный риск гибели при аварии персонала, находящегося в операторной установке, не превышает 10^{-6} год.

Из приведенного анализа для снижения вероятности возникновения аварии и риска, связанного с выбросом опасных веществ и возможными последствиями, необходимо обеспечить следующие мероприятия: проведение своевременной аттестации персонала, обслуживающего установку; обследование технологического оборудования согласно утвержденному графику; использовать системы контроля загазованности на территории установки с сигнализацией достижения предельно допустимой величины; проводить диагностику оборудования, отработавшего свой ресурс; строго соблюдать нормы ведения технологического режима.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон "Об охране окружающей природной среды" от 10.01.2002 г.
2. О регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов. Постановление Правительства РФ от 24.11.1998 № 1371 в ред. Постановления Правительства РФ от 01.02.2005г. №49.
3. Положение о регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов и ведении государственного реестра (РД 03-294-99). Утв. постановлением Госгортехнадзора России от 03.06.1999 № 39.
4. Методические рекомендации по осуществлению идентификации опасных производственных объектов (РД 03-616-03). Утв. Приказом Госгортехнадзора России от 19.06.2003 № 138.

УДК 622.647.25

А.Ю. ЗАХАРОВ, зав. кафедрой, д.т.н., доцент

С.В. ПЕШКОВ, к.т.н., доц.

Кузбасский государственный технический университет

Россия, г. Кемерово

ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МАГНИТОЖЕСТКОЙ ЛЕНТЫ КОНВЕЙЕРА СО СТАЛЬНЫМ БАРАБАНОМ

В настоящее время, при проектировании новых типов конвейеров, актуальна задача размещения жестких неупругих элементов (пластин) внутри ленты. Такие ленты получили распространение при проектировании ленточно-канатных конвейеров и конвейеров на магнитной подушке, где встроенные в ленту пластины играют роль одного из источников магнитного поля.

Вследствие притяжения встроенных в конвейерную ленту магнитных элементов к стальному барабану возникает проблема плавного схода ленты. Магнитные силы поворачивают встроенные магнитные элементы внутри монтажной ниши, при этом может нарушаться целостность нижней обкладки ленты. Эти процессы снижают безопасность транспортирования и надежность конвейера в целом.

С целью оценки сил магнитного взаимодействия ленты конвейера на магнитной подушке со стальным барабаном в Кузбасском государственном техническом университете разработан и сконструирован измерительный стенд (рис.1).

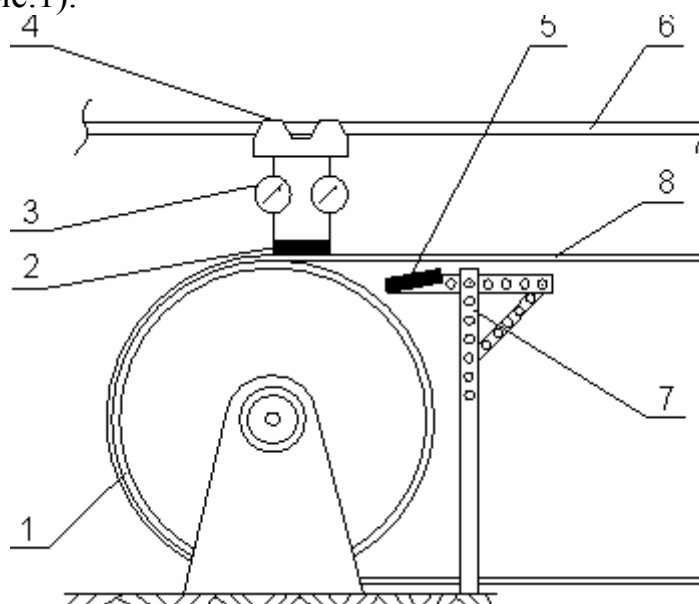


Рис 1. Схема измерительного стенда с отклоняющим магнитом.

Стенд имеет следующую конструкцию. Магнитная призма 2, имитирующая встроенный в ленту магнит из материала Nd-Fe-B ($40 \times 40 \times 5$ мм), взаимодействует со стальным барабаном 1 диаметром 400 мм. Система подвеса магнитной призмы 2 состоит из ползуна 4 подвеса закрепленного на траверсе 5, при этом ползун может совершать возвратно поступательные перемещения в плоскости, параллельной плоскости движения ленты и в направлении, перпендикулярном оси барабана. Величина магнитного взаимодействия оценивается с помощью двух динамометров 3. Имитация нижней обкладки магнитожесткой ленты осуществляется с помощью резиновой ленты 8.

В результате эксперимента были получены зависимости сил магнитного взаимодействия призмы 2 и барабана от положения магнитной компенсационной призмы 5 в процессе схода ленты с барабана. Анализ проведенных исследований позволяет рекомендовать устройство, состоящее из штатива 7 (см. рис. 1), на котором магнитная призма 5 закреплена таким образом, что может поворачиваться вокруг поперечной оси, проведенной через ее центр на величину до 30° . При этом используется принцип отталкивания одноименных полюсов встроенной в ленту призмы 2 и установленной компенсационной призмы 5, что позволяет значительно уменьшить силу магнитного взаимодействия призмы и барабана, и сохранить нижнюю обкладку ленты от износа, а призму от поворота внутри монтажной ниши.

На рис. 2 представлены зависимости сил магнитного взаимодействия призмы, встроенной в ленту, с барабаном от положения компенсационной магнитной призмы в процессе схода.

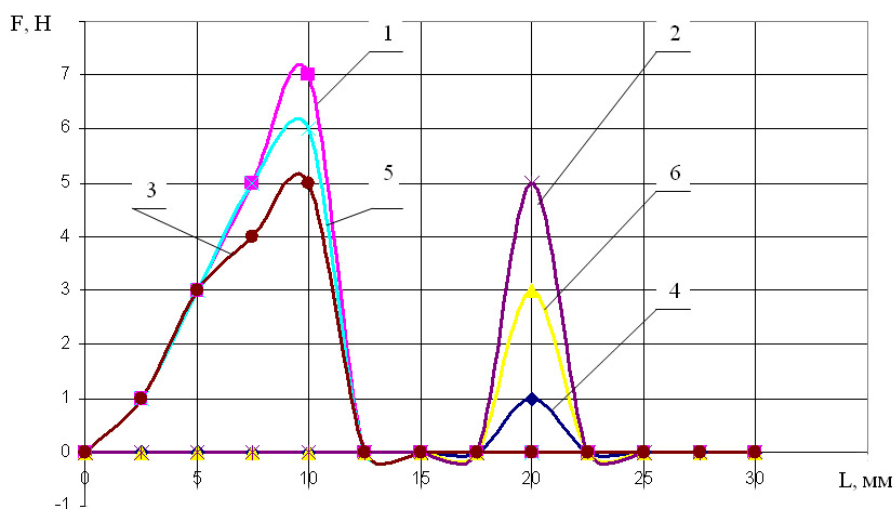


Рис. 2. Зависимости сил магнитного взаимодействия призмы, встроенной в ленту, с барабаном от положения магнитной компенсационной призмы в процессе схода: кривые 1 и 2- передняя и задняя грани магнитной призмы при угле отталкивающей пластины 0° ; кривые 3 и 4 - передняя и задняя грани магнитной призмы при угле отталкивающей пластины 15° ; кривые 5 и 6 - передняя и задняя грани магнитной призмы при угле отталкивающей пластины 30°

Полученные зависимости позволяют качественно оценить силы магнитного взаимодействия между магнитной призмой, встроенной в ленту, с барабаном, возникающие в момент схода ленты при действии компенсационных магнитов, а так же не только рекомендовать конструкцию устройства, позволяющего облегчить сход ленты со встроенными элементами с барабана, но и рекомендовать угол установки пластины в отталкивающем устройстве (около 15°). Использование предложенного устройства в конструкции конвейеров на магнитной подушке может существенно повысить безопасность и надежность процесса транспортирования.

УДК 65.012.8

*Е.Ю. ШЕРСТНЕВ, директор
ФГУП "АТОМ-ОХРАНА", ФИЛИАЛ № 19
Россия, г. ЖЕЛЕЗНОГОРСК*

ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

Многие промышленные объекты, атомные и гидроэлектростанции электростанции, химические заводы, газо- и нефтепроводы расположены в густо населенных районах. Аварии на подобных объектах ведут к крупным людским и материальным потерям, а также имеют локальные и даже глобальные последствия. Подобные предприятия, также как и ряд предприятий, не опасных по своим технологическим показателям, но выпускающие и хранящие ценные материалы либо продукцию могут представлять интерес как для радикально-настроенных лиц как средство достижения политических, экономических или религиозных целей, а для криминальных элементов как средство удовлетворения корыстного интереса. В условиях кризиса и высокой конкурентной борьбы повышается возможность создания искусственных аварий, цель которых -устранение конкурентоспособного противника. Обеспечение безопасности промышленных предприятий становится важнейшей задачей, решение которой обеспечивает эффективная система физической защиты. Данная статья рассматривает концепцию проектирования системы физической защиты.

Отдельные аспекты проблем проектирования системы физической защиты рассматриваются в нормативных требованиях к системам физической защиты ядерных и радиационных материалов, пунктов их хранения и ядерных установок [5; 6; 7], а также в трудах Ю.Оленина [2], Ю. П. Попова [4], Р.Г. Магауенова [1; 3]. При этом остается нерешенным вопрос: "Какие

существуют общие этапы проектирования, обеспечивающие создание эффективной системы физической защиты для предприятия любого типа?"

Основными функциями системы физической защиты являются обнаружение нарушителя, задержка (увеличение времени необходимого для достижения цели нарушителя) и развертывание сил ответного действия (сил охраны) с целью нейтрализации нарушителя. Проектирование эффективной системы физической защиты (СФЗ) требует методического подхода, позволяющего проектировщику сопоставлять цели СФЗ с имеющимися ресурсами и затем производить оценку предлагаемого проекта. Разработка СФЗ без такой тщательной оценки может привести к неоправданному расходованию ценных ресурсов на средства защиты, в которых нет необходимости, или, что еще хуже, к неспособности системы обеспечить адекватную защиту тех участков объекта, которые имеют критическое значение. Например, было бы совершенно излишним защищать кафетерий для работающих на объекте служащих с применением тех же средств защиты, что и в случае оборудования хранилища для используемых на объекте опасных материалов. Тем не менее, самые жесткие меры по защите главного входа на объект оказались бы бесполезными, если нарушители могли бы беспрепятственно проникнуть на объект через задние двери продовольственного склада кафетерия. В связи с необходимостью создания эффективных систем физической защиты, на первый план выходит задача определения алгоритма проектирования системы.

На первом этапе разработки СФЗ определяются цели системы защиты. Для того чтобы сформулировать эти цели, проектировщик должен (1) охарактеризовать (т. е. понимать) ведущиеся на объекте работы и характерные для данного объекта условия, а также (2) определить характер существующей угрозы и (3) выделить типы нарушителей исходя из местных условий, опасности и ценности производства (3) выявить возможные цели нарушителей.

Для того чтобы определить цели системы физической защиты, проектировщик должен начать со сбора информации о работах, ведущихся на объекте и об условиях, характерных для данного объекта: составить исчерпывающее описание объекта, определить различные операционные состояния объекта (режимы работы) и требования по физической защите; определить существующие угрозы (при этом учитываются факторы, определяющие действия потенциального нарушителя (террористов, грабителей, шантажистов и т.п.): различные типы, возможности и возможные методы совершения преступлений); определить цели противника. После завершения первого этапа проектировщику уже известны основные цели системы физической защиты - "что и от кого защищать".

На втором этапе необходимо определить наилучшее сочетание элементов системы, соответствующих целям и предназначениям системы:

инженерно-технических средств охраны (ограждения), хранилища, датчики, процедур учета и контроля ценных или опасных материалов, оборудования мест хранения, технологических цепочек и т.п.; средств связи и подразделений охраны.

Разработка проекта СФЗ должна производиться в соответствии с поставленными целями физической защиты, и в то же время с учетом ограничения накладываемых необходимостью ведения работ на объекте, а также соображениями безопасности и экономическими факторами. При разработке системы физической защиты должны соблюдаться некоторые общие основные принципы.

Как правило, СФЗ функционирует более эффективно, если датчики обнаружения проникновения нарушителей на территорию объекта установлены как можно дальше от цели нарушителей, а средства задержки установлены поблизости от цели. Кроме того, существует тесная связь между обнаружением (с помощью наружных или внутренних датчиков) и оценкой ситуации. Проектировщик должен учитывать, что обнаружение проникновения без оценки ситуации не является настоящим обнаружением. Тесная взаимозависимость существует также между развертыванием сил ответного действия и системой связи, которой пользуются подразделения охраны. Развертывание сил ответного действия не может быть достаточно эффективным, если не обеспечена надежная связь между подразделениями охраны.

Учет этих и многих других характеристик компонентов СФЗ помогает проектировщику в полной мере использовать преимущества отдельных единиц оборудования и планировать такое сочетание элементов системы, при котором одни средства защиты дополняют другие и устраняют возможность возникновения "слабых мест" в системе защиты.

Анализ и оценка проекта системы физической защиты начинаются с пересмотра и тщательного изучения целей, которым должна соответствовать проектируемая система. При этом производится простая проверка выполнения системой физической защиты требуемых функций, таких как: обнаружение проникновения; пропускной контроль; задержка доступа к цели; обеспечение связи отрядов сил ответного действия; развертывание сил охраны.

Тем не менее, спроектированная СФЗ, выполняющая все требуемые функции, может и не отличаться высокой эффективностью, если сочетание всех элементов системы не позволяет обеспечить надлежащий уровень защиты. В целях дальнейшей оценки минимального уровня эффективности СФЗ могут быть применены более сложные методы анализа и оценки.

Система физической защиты уже установленная на действующем объекте, как правило, не может быть подвергнута исчерпывающим испытаниям. Природа защищаемых потенциально опасных объектов и материалов не позволяет проводить испытания с инсценировкой действий группы

нарушителей проникающих через заграждения или похищающих (захватывающих) потенциально опасный либо ценный материал, и с развертыванием сил ответного действия для их нейтрализации. Так как непосредственные испытания всей системы в целом практически невозможны, методика оценки систем основана на испытаниях эффективности входящих в СФЗ компонентов (подсистем). Оценка эффективности функционирования всей системы в целом производится с применением методов моделирования и с учетом полученных в ходе испытания оценок эффективности подсистем. А также при возникновении новых опасностей не учтенных при разработке действующей системы.

Конечным результатом этого этапа проектирования и анализа системы является оценка уязвимости системы. Анализ проекта СФЗ позволяет сделать вывод о том, что система функционирует эффективно и соответствует поставленным целям — или определить "слабые места" системы. Если поставленные цели защиты объекта достигаются, процесс проектирования и анализа системы завершен. Тем не менее, анализ СФЗ следует периодически производить повторно с тем, чтобы подтверждать соответствие первоначально поставленных целей требованиям по защите объекта и соответствие системы защиты ним целям.

Таким образом, процесс проектирования эффективной системы физической защиты включает следующие этапы: определение целей системы физической защиты; первоначальное проектирование системы физической защиты; оценку проекта системы; утверждение окончательного проекта системы либо пересмотр проекта системы с целью его улучшения (повторное проектирование системы).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Р.Г. Магауенов, Системы охранной сигнализации. Основы теории и принципы построения. Учебное пособие / Р.Г.Магауенов - 2-е изд. перераб. и доп. – М: Горячая Линия-Телеком, 2008.- 496с.

2. Ю. Оленин, Контроль и учет материальных ценностей в системе охраны и физической защиты предприятия [Электронный ресурс]/ Ю. Оленин // Прогноз финансовых рисков / Корпоративная безопасность / Портфель руководителя СЭБ / Безопасность – Электронные данные– М.: Институт экономической безопасности, 2002 – Режим доступа: <http://www.bre.ru/news/11443.html> . - Проверено 27.09.2009

3. Охранная сигнализация и другие элементы систем физической защиты. Краткий толковый словарь / сост. Р.Г.Магауенов - М: Горячая Линия-Телеком, 2007 - 97с.

4. Ю.П. Попов Основы безопасности деловых отношений предприятия: Практическое пособие по созданию корпоративного ресурса знаний юридического лица [Текст] / Ю.П. Попов. –М.: НЦ ЭНАС, 2007.- 300с. – (Безопасность предприятия)

5. Постановление № 7 Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору "Об утверждении и введении в действие федеральных норм и правил в области использования атомной энергии "Требования к системам физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов"" от 27 декабря 2007 г: офиц. текст. – Режим доступа: <http://www.gosnadzor.ru/slugba/np08307.html>. - Проверено 27.09.2009

6. Правила физической защиты радиационных источников, пунктов хранения, радиоактивных веществ НП - 034 – 01 (Утверждены постановлением Госатомнадзора России от 16 января 2002 г. № 3, введены с 1 июня 2002 г.) : офиц. текст/ Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности (Госатомнадзор России) – М.: Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности (Госатомнадзор России), 2002– Режим доступа: <http://nucloserv.jinr.ru/text/rb/111/np-034-01.htm>. - Проверено 27.09.2009

7. Требования к системам физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов НП - 083 – 07 (утверждены постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 27 декабря 2007 г. № 7, введены в действие с 1 июня 2008 г.): офиц. текст / Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору – М.: Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору , 2007– Режим доступа: <http://www.gosnadzor.ru/slugba/np08307.html>. - Проверено 27.09.2009.

УДК 378.14 : 658.382.3

*Е.Р. АБДУЛИНА, к.т.н., доц.,
Т.Н. АБДУЛИНА, к.т.н., доцент
Северо-Кавказский гуманитарный технический университет
Россия, г. Ставрополь*

ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Одним из актуальных направлений исследований промышленной безопасности является анализ устойчивости функционирования потенциально опасных предприятий в условиях воздействия чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного, природного и социального характера.

В соответствии с проектом концепции национальной образовательной политики в области безопасности, формирование культуры безопасности, риск–ориентированного мировоззрения и приобретение человеком соответствующих компетенций является кардинальным способом повышения безопасности.

Ввиду относительной новизны проблемы риск–анализа для отечественной практики, многие из ее важных аспектов не получили пока должного научно-методического обоснования и требуют своего дальнейшего развития.

Основной задачей высшего профессионального образования в области безопасности является приобретение знаний для обеспечения коллективной безопасности и защиты окружающей среды при выполнении профессиональной деятельности. Перед вузом встает вопрос, как совместить при подготовке будущих специалистов передачу им традиционно высокого уровня фундаментальных знаний, основу прежней системы отечественного образования, с современными требованиями работодателей – компетентностью специалиста в вопросах производства.

В свете поставленных проблем формирование компетентности специалистов в области оптимальной и безаварийной эксплуатации опасных объектов является важным инструментом обеспечения промышленной безопасности.

Управление промышленной безопасностью, как известно, включает следующие элементы: анализ риска эксплуатации объекта на момент времени при прогнозируемых угрозах; формулировку критериев принятия решения для лиц, принимающих их; выработку управляющих воздействий, влияющих на безопасность.

Адекватные способы и приемы обеспечения промышленной безопасности определяются тем, какие техногенные опасности существуют на производственных объектах.

Решение данной проблемы на профессиональном уровне невозможно без теснейшего взаимодействия со специалистами промышленных предприятий и подразделений МЧС России.

При подготовке специалистов направления 280103 (330600) "Защита в чрезвычайных ситуациях" в Северо-Кавказском государственном техническом университете значительное внимание уделено вопросам промышленной безопасности.

Курсовые и дипломные работы студенты выполняют по реальным тематикам, на примере наиболее характерных для региона и опасных для его населения объектов.

Такие предприятия будущие специалисты рассматривают как промышленно–природно–социальные системы. Структура проявления потен-

циальных опасностей представлена в виде графов, увязывающих в единое целое источники и объекты воздействия ЧС.

Исследования по устойчивости в ЧС, моделирование и расчет параметров ЧС, оценку последствий студенты проводят с помощью информационных, в том числе ГИС технологий.

В частности, моделирование ЧС – анализ ситуации на местности на наиболее опасных направлениях движения поражающего фактора ЧС, расчет параметров движения фронта поражающего фактора ЧС – ширины, высоты и скорости, расчет границ зон поражения, анализ сценариев вероятного развития аварии.

В работах будущие специалисты рассматривают следующие вопросы: общая характеристика объекта экономики, характеристика основных опасностей, мероприятия, проводимые на объекте для обеспечения безаварийного функционирования, определение типовых сценариев возможных аварий, оценка последствий возможных аварий на техногенно опасном объекте, разработка основ безаварийной эксплуатации его.

При определении типовых сценариев возможных аварий проводят построение деревьев сценариев, событий с целью выявления вероятности реализации сценария определенного типа. Оценка последствий возможных аварий на техногенно опасном объекте осуществляется на основе расчета вероятных зон действия поражающих факторов.

Использование информационных технологий позволяет повысить эффективность управления безопасностью промышленного объекта, в частности, повысить устойчивость объекта к воздействию ЧС. Это достигается за счет исключения ручного способа моделирования и сокращения времени для обработки информации. Наглядность, разнообразное представление результатов анализа повышают качество принимаемых решений по предупреждению, смягчению и ликвидации последствий ЧС.

Таким образом, изучение вопросов промышленной безопасности направлено на совершенствование подготовки специалистов в области безопасности жизнедеятельности.

УДК 622.648.24

*А.В. НЕВЕДРОВ, к.т.н., доц.,
А.В. ПАПИН, к.т.н., доц.,
Е.В. ЖБЫРЬ, ст. преподаватель, к.т.н.,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТИ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ

Прогнозируется повышение роли угля в энергетике, что обусловлено его крупными запасами и истощением месторождений нефти и газа. В то же время экологические проблемы, возникающие при переработке угля требуют разработки и внедрения новых технологий, которые обеспечат эффект максимального использования минеральной и органической части угля, в результате чего повысится экономическая эффективность предприятий угольной отрасли. Особенно остры эти проблемы для угольных регионов России, таких как Кузбасс, испытывающих недостаток в экологически чистых природных энергоносителях. Поскольку с ростом добычи, а также вследствие ухудшения горно-геологических условий и широкой механизации производства ухудшается качественная характеристика углей по зольности, гранулометрическому составу, влажности и сернистости, то практически весь добываемый уголь требуется подвергать обогащению [1,2]. В Кузбассе на углеобогащательных фабриках применяются преимущественно мокрый способ обогащения углей.

На обогащательных фабриках Кузбасса флотацией обогащается в год порядка 6 млн.т угольного шлама, из которого образуется 1-1,2 млн.т флотохвостов с зольностью 30 – 75 % и теплотой сгорания 1050 – 260млн.тккал/кг. Из-за плохой флотируемости крупнозернистых шламов более 0,5 мм, которые содержатся в питании флотомашин, часть их теряется, попадая в флотохвосты. Потери угля в флотохвостах с условной зольностью 30 % на предприятиях Кузбасса составляют порядка 300 – 350тыс.т в год. Помимо этого, себестоимость процесса флотации в 7-10 раз выше стоимости обогащения более крупных классов угля отсадкой и другими методами.

Шламонакопители, наружные отстойники, гидроотвалы предприятий угольной отрасли в Кузбассе оказывают отрицательное воздействие на недра, воздушный и водный бассейны, земли и почвы, флору и фауну. Существенным негативным фактором ведения горных работ является значительный ущерб, наносимый водному бассейну, в связи с этим все острее встает проблема охраны водных ресурсов Кемеровской области. Это обусловлено сбросами в поверхностные водоемы и водотоки больших объе-

мов шламовых вод, содержащих, как правило, взвешенные и растворенные примеси.

Проблема утилизации отходов угледобычи, накапливающихся в больших количествах в гидроотвалах и отстойниках, достаточно остро стоит практически перед всеми предприятиями угольной отрасли. Актуальность этой проблемы имеет два аспекта: во-первых, решение проблемы переработки отходов важно для улучшения экологической обстановки в регионе и, во-вторых, использование уже добытого угля позволяет уменьшить потери топлива и соответственно повысить эффективность работы угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий.

Основными проблемами на пути переработки отходов угольной отрасли являются: высокая зольность исходного сырья; отсутствие научно обоснованных рекомендаций и процессов физико-химического воздействия на исходный уголь с учетом его свойств.

Современные технологии переработки обогащенных угольных шламов, ориентированы под конкретные производственные агрегаты, при этом, обязательным условием экономической и экологической эффективности, предъявляемым к исходному сырью, является глубокая деминерализация угля.

Минимально возможная зольность исходного угля применяемого в энергетических целях обеспечит, прежде всего, повышение теплотворной способности топлива, снижение вредных выбросов в атмосферу, сокращение объемов золо- и шлакоудаления, уменьшается износ и вследствие этого увеличивается срок службы котлоэнергоагрегатов.

Для решения проблемы утилизации шламовых вод и угольных шламов была разработана нетрадиционная технология их комплексной переработки с получением ряда товарной продукции и обеспечением углеобогачительных фабрик тепловой энергией [3].

Особенность данной технологии заключается: в обогащении угольных шламов методом масляной агломерации с применением в качестве оптимального связующего реагента отработанное машинное масло, что позволяет селективно отделять минеральные частицы от органической части угля при его обогащении с получением концентрата приемлемого для энергетики и коксования; в очистке шламовой воды от механических и органических примесей и антинакипной обработке ее электрическим полем с последующим использованием обработанной воды в системах теплоснабжения.

Исследования по обогащению угольных шламов проводились на сырье, характеристики которого представлены в табл. 1

В качестве реагента-собирателя использовалось отработанное машинное масло с эксгаустеров машинного зала коксохимического производства.

Таблица 1

Технический анализ исходных угольных шламов

Вид анализа	Наименование показателя	Шлам угля марки К	Шлам уг- ля марки Г
Технический анализ	Влага аналитическая, W^a , %	1,44	1,35
	Зольность, A^d , %	34,5	38,0
	Высшая теплота сгорания, Q_6^t , кДж/кг	35500	34250
	Выход летучих веществ, V_t^{daf} , %	27,85	40,85

В табл.2. провидены результаты экспериментов обогащения уголь-ных шламов (углей марок Г и К).

Таблица 2.

Результаты обогащения угольных шламов

Наименование способа	$A_{\text{конц.}}^d$, % мас.		Выход продукта, % мас.		Период опыта, мин	
	Г	К	Г	К	Г	К
Масляная агломе- рация	9,0	6,2	82	83	28	24

Из данных представленных в табл. 2. видна эффективность приме-нения данного способа обогащения, путем получения угольных concentra-тов приемлемых для энергетики и коксования.

Снижение зольности концентрата после обогащения исходного угля объясняется более глубоким разделением органической части угля от по-родной (вследствие разного их взаимодействия с маслом), поэтому умень-шается содержание высокозольных частиц.

Снижение общего содержания серы объясняется тем, что сера, со-держась в угле, находится в виде пирита (FeS_2), имеющего значительно более высокую плотность по сравнению с углем, вследствие чего, в про-цессе масляной агломерации угля происходит более полное отделение пи-ритной серы, уходящей в отходы.

Шламовая вода, отделенная от твердой фазы, подвергалась в даль-нейшем очистке от мелкодисперсных и органических частиц. В дальней-шем проводились исследования по антинакипной обработке очищенной шламовой воды электрическим полем. Исследования проводились при значениях катодного тока $3,5-14 \text{ A/m}^2$ и анодного тока $7-28 \text{ A/m}^2$.

В результате обработки очищенной шламовой воды электрическим полем достигался антинакипный эффект 60–72%. Таким образом, резуль-таты исследования показали, что очищенная шламовая вода и метод анти-

накипной обработки воды электрическим полем могут использоваться в системах теплоснабжения предприятий угольной отрасли.

Разработанная технология позволит:

- резко сократить количество твердых отходов предприятий угольной отрасли;
- сократить количество сточных вод, загрязняющих водоемы;
- использовать угольный концентрат из угольных шламов и очищенную шламовую воду в системах теплоснабжения;
- повысить экономическую эффективность и экологическую безопасность предприятий угольной отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. K.V. Thambimuthu, Stover N.S.H., Whaley N. The mechanism of atomization of coal-water mixture. In: Third European conference on coal liquid mixtures. Malmo, Sweden 14-15 October 1987. JchemE Symposium series number 107 Rudby, UK / The Institution of Chemical Engineers, 1987.-P. 133-149.
2. H. Atlas, E.Z. Casassa, G.D. Parfitt, Rao A.S. and Toor E.W. In Proc. 10-th Annual Powder and Bulk Solids conf., Chicago, I., Vay, 1985.
3. Е.В. Жбырь, А.В. Папин, А.В. Неведров Разработка технологии комплексной переработки шламовых вод, повышающая экологическую безопасность предприятий угольной отрасли // Тез. докл. X Междунар. симпозиума им. ак. М.А. Усова. Томск. 2007. – С. 112-113.

УДК.622.142.5:004.42+622.831.322

Ю.М. ИГНАТОВ, к.т.н., доц.

С.А. ЦЫГАНКОВ, аспирант

*Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗОН АКТИВНЫХ ПО ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ ПРОЯВЛЕНИЯМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГОРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Для совершенствования методики прогноза зон активных по газодинамическим проявлениям проведены исследования на шахтах Кузбасса с использованием методов горно-геометрического цифрового моделирования. В комплект чертежей геологической характеристики месторождения, согласно Инструкции по производству маркшейдерских работ [1] и ГОСТ 2.850-75, ГОСТ 2.857-75 "Горная графическая документация" входит гипсометриче-

ский план угольного пласта, который отражает структуру массива пород и карты (планы) прогноза газоносности, выбросоопасности и др.

Цель данных исследований – построить методами горно-геометрического цифрового моделирования по материалам разведки гипсометрические планы и планы газоносности по семи шахтным полям и произвести их совместный математический анализ. Это позволит выявить закономерности выбросоопасности угольных пластов для совершенствования методики прогноза.

Сегодня на предприятиях пространственное поле изображается в виде системы изолиний размещения показателя реально существующих поверхностей (поверхности кровли и почвы залежи и др.) и функции являющихся производными от реально существующих поверхностей (метаносность и др.). Погрешность геометризации зависит от технических погрешностей, определяемых в точках измерения показателя, и в большей степени от погрешностей, возникающих между точками его измерения и называемых погрешностями интерполирования. Погрешность интерполирования определяется как разность истинных и интерполированных значений показателя в любой точке между разведочными скважинами. При прогнозе выбросоопасности, исходными данными являются структурно-текстурные элементы массива пород, газоносность угля, и другие. Структурно-текстурное строение массива отображается на гипсометрических планах и погрешности плана приводят к ошибкам при раскройке шахтного поля. Планы прогноза газоносности строятся непосредственно по измеренным значениям показателя путем линейной интерполяции между ними. Погрешности в оценке газоносности приводят к несоответствию газового режима шахт, их вентиляционных возможностей реальной метанообильности.

Для повышения точности построения горно-геометрического плана используются способы цифрового моделирования. При цифровом моделировании совокупность измеренных значений показателя в произвольно расположенных точках, трансформируется в систему значений в узлах правильной квадратной сетки. Для таких преобразований производится определение точек пересечения изолиний с линиями квадратной сетки, поиск точек, близлежащих к узлам сетки, установление интерполированных значений показателя в узлах сетки.

Значение показателя в узлах сетки вычисляется как средневзвешенное расстояние до ближайших точек в зависимости от весовых коэффициентов разными методами. Оптимальная интерполяция базируется на предположении, что неизвестное значение показателя в узле сетки можно выразить через известные в ближайших точках путем минимизации дисперсии погрешностей интерполирования.

Исследования проведены по материалам разведочных скважин по десяти шахтным полям. Для геометризации показателей месторождения на

ЭВМ использованы шесть методов интерполяции (линейная, метод средних, обратного взвешивания, полиномы, Кригинг). Усредненная поверхность вычисляется методом взвешивания внутри круговой области. Величина усреднения зависит от радиуса круга и весовой функции. В методе обратного взвешивания весовые коэффициенты от точки оценки до ближайшего замера максимальные, а до всех соседних уменьшаются обратно пропорционально расстоянию, возведенному в степень. Часто выбирается квадрат расстояния.

Алгоритм Кригинга включает построение вероятностной модели размещения данных по сетке и расчет среднего квадратичного отклонения ошибок определения. При Кригинге коэффициенты взвешивания устанавливаются таким образом, что вычисленное значение является несмещенным, а дисперсия ошибок наименьшая. Однако, в отличие от метода обратного взвешивания, при Кригинге оперируют понятием не геометрического расстояния от точки оценки до замера, а статистического расстояния. Последнее определяется из моделей вариограмм, которая описывает локальные особенности размещения показателя и отражает анизотропию.

Анализ литературных источников и фактического собранного материала по семи шахтам Кузбасса об условиях внезапных выбросов показал, что на проявление выбросоопасности влияет наличие в пласте нарушенных структур, внутрипластовых подвижек. Обязательным условием внезапных выбросов является наличие перемятой пачки угля, которая характеризуется затушеванными слоистостью и трещиноватостью, состоит из тонко перетертого угля – угольной муки. Уголь в такой пачке легко раздавливается пальцами, в массиве не устойчив, интенсивно осыпается.

Таким образом, в основу разработанного метода поиска зон активных по газодинамическим проявлениям положена гипотеза, что на проявление выбросоопасности влияют внутрипластовые нарушения – флексуры, тектонические раздувы и пережимы пласта, изменения внешней формы пласта, которые могут быть выявлены при математической обработке и вычислении производных показателей (градиентного поля) гипсометрических планов.

Так, для дифференцирования поверхности заданной гипсометрическим планом выполняется анализ цифровых моделей с помощью градиентов. Градиентом поверхности называют производную по произвольному азимутальному направлению, и он отражает кривизну нормальных сечений. Градиент поверхности в данной точке это вектор численно равный тангенсу угла восстания и выражается на плане длиной отрезка в выбранном масштабе, а направление определяется азимутом. Градиент изменяется от 0, когда направление совпадает с линией простирания, до максимума, когда оно совпадает с линией наибольшего ската. Максимальное значение градиента в точке поверхности является главным градиентом, все остальные значения градиентов называются азимутальными. В точках поверхно-

сти по заложению и сечению изолиний определяют численное значение тангенса угла наклона. Задавшись масштабом векторов, находят их длины и откладывают от точек в сторону восстания. В результате получают векторное поле градиентов данной поверхности или ее дифференциал. Точки при построении градиентов, располагают равномерно по сетке, а выявленные аномалии представлены в виде областей с резко изменяющимися азимутальными направлениями, то есть зоны сгущения. На рисунке ниже приведен пример построения цифровой модели плана векторно-градиентного поля кровли на основе данных по шахтопласту XXVII ОАО "Шахта Первомайская".

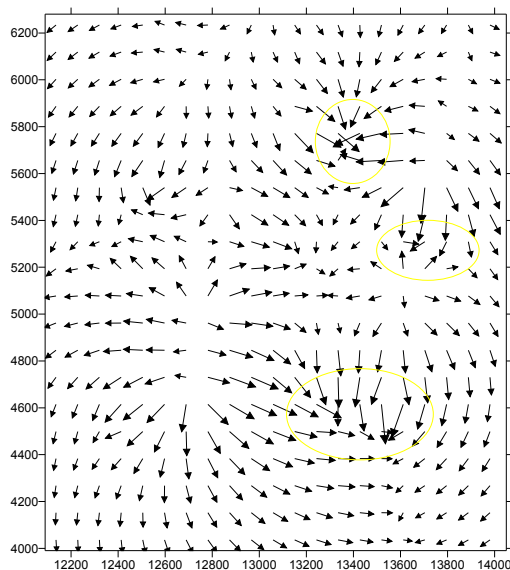


Рис. Фрагмент цифрового плана с элементами векторно-градиентного поля кровли по шахтопласту XXVII ОАО "Шахта Первомайская".

Вычисление дифференциальных характеристик поверхностей позволяет выявить закономерности совместного изменения газоносности и гипсометрии угольных пластов. Для совершенствования методики прогнозирования разработан следующий алгоритм выполнения конкретных прогнозов. Первый оперативный прогнозный цифровой план, составляется по высотным отметкам кровли пласта при вычислении в первом модуле. Вторым оперативным цифровой план строится по показателю газоносности пласта при вычислении во втором модуле. Производится вычисление интегральных характеристик и поиск зон газодинамических проявлений при вычислении в третьем модуле. Наложение всех оперативных планов в виде отдельных слоев на цифровой план горных выработок дает полную ситуацию по составу и строению горного массива на участке прогнозирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Охрана недр и геолого-маркшейдерский контроль. Инструкция по производству маркшейдерских работ (РД 07-603-03) / кол. авт. – М.: ФГУП

Государственное предприятие НТЦ по безопасности в промышленности
ГГТН России, 2004. – 120 с.

УДК 635.232

*Ю.А. МАСАЕВ, к.т.н., проф.,
В.А. КАРАСЁВ, к.т.н., доц.,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово,
В.В. САЯПИН, нач. КБ электронной техники
ФГУП НМЗ “Искра”,
Россия г. Новосибирск,*

НОВЫЕ СРЕДСТВА ИНИЦИИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗАРЯДОВ ВВ

На открытых горных работах при проведении массовых взрывов степень дробления и разлёт взрывающей породы, проработка подошвы уступа и параметры развала взорванной горной массы, сейсмическое и акустическое действие взрыва на окружающую среду зависят не только от правильно выбранной последовательности короткозамедленного взрывания скважин (КЗВ), но и точности инициирования зарядов во времени. До появления электродетонаторов с электронным замедлением (ЭДЭЗ) строго соблюдения этих условий не представлялось возможным, так как для выпускаемых промышленностью средств инициирования (ЭДКЗ или КЗДШ) существовал определённый набор интервалов замедления (не менее, чем через каждые 10, 15, 20 или 25 мс), а точность срабатывания составляла примерно $\pm 10\%$ от времени замедления. Причина состояла в применении специальных замедляющих составов (в ЭДКЗ) или пиротехнических замедлителей (в КЗДШ). Создать равномерно горящие составы практически невозможно, поэтому разработчики и производители ограничивались гарантией того, что не произойдёт взаимного наложения времён срабатывания соседних серий замедления.

Исключить приведённые недостатки удалось путём замены замедляющих составов встроенными в гильзу электродетонаторов специальных микропроцессоров, позволяющих программировать и задавать компьютером электронные замедления любых диапазонов с точностью до 1 миллисекунды.

При монтаже взрывной сети подводящие провода соединяются через согласующий адаптер с портативным управляющим компьютером. Через смонтированную сеть подаётся электропитание к ЭДЭЗ (электродетонато-

ры электронного замедления) и к ним же передаются кодированные команды с получением ответной информации от них.

Специальное программное обеспечение предусматривает осуществлять проверку готовности и соответствия запрограммированного времени срабатывания каждого детонатора. В случае возможного несрабатывания по какой – либо причине одного из детонаторов, программа выдаёт взрывнику номер и положение на плане отказавшего электродетонатора.

После проверки и получения положительного отклика оператор даёт команду взрывнику на производство взрывания.

С этого момента ЭДЭЗ переходят в режим автономного питания, отсчитывают запрограммированное время и срабатывают даже в случае разрушения взрывной сети.

В отличие от обычных детонаторов с пиротехническим замедлением, ЭДЭЗ при разлёте не дают тлеющих осколков, что делает их безопасными при применении в шахтах, опасных по газу и пыли. Особенности, присущие ЭДЭЗ, затрудняют их использование в диверсионно-террористической деятельности. Для успешного проведения теракта, кроме самих детонаторов, необходимо иметь управляющий компьютер, согласующий адаптер, специальное программное обеспечение и достаточный уровень подготовка личного состава.

Применение ЭДЭЗ возможно по двум технологическим схемам, различающимся местом их установки: вне – и внутри скважин. Началось с того, что в августе 2004 г. Госгортехнадзором России было выдано разрешение на постоянное применение ЭДЭЗ 6 (рис. 1-а) с их установкой вне скважин 5. По этой схеме предусмотрено инициирование боевиков 2 с помощью СИНВ-Ш-0 (с нулевым замедлением). Ведущую к СИНВам ударно-волновую трубку (УВТ) 4 фиксируют на земной поверхности перед устьем скважины 5. К магистральной линии 7 через клипсы-соединители параллельно подключают ЭДЭЗ 6, одновременно каждый ЭДЭЗ соединяли через блок-соединитель с УВТ СИНВ 4. С целью исключения возможного подбоя УВТ при взрыве соседних скважин, УВТ вместе с ЭДЭЗ в соединительном блоке заглубляли в устье взрывающей скважины (на рис. 1-а не показано). Далее устанавливали соответствие номера ЭДЭЗ и времени замедления и выполняли прочие технологические операции.

Промышленные массовые взрывы, проведённые ОАО “Новосибирсквзрывпромом” на карьерах, разрабатывающих известняки с коэффициентом крепости по шкале М. М. Протоdjяконова $f=10$ и гранодиориты с $f=16$ показали, что с применением ЭДЭЗ улучшается качество дробления и разброс взорванной массы, снижается сейсмическое воздействие на близлежащие объекты.

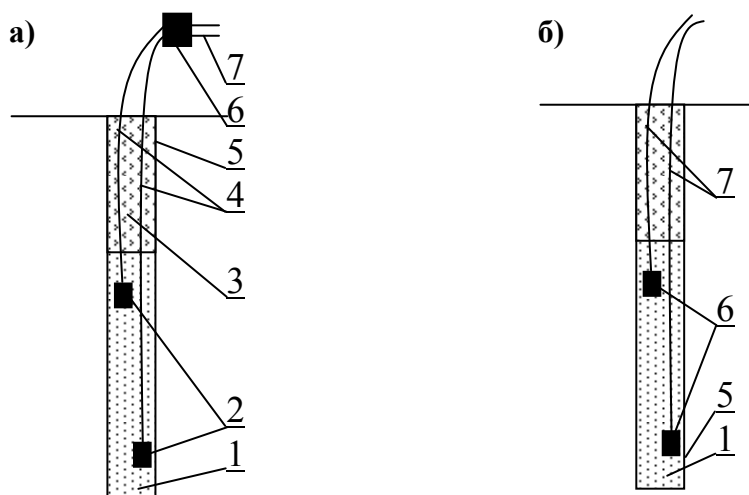


Рис. 1. Конструкция заряда с применением ЭДЭЗ: а) вне скважины; б) внутри скважины:

1 — заряд ВВ, 2 — боевики (промежуточные детонаторы) из шашек ТГП-850 с установленными в них СИНВ-Ш-0, 3 — забойка; 4 — ударно-волновая трубка СИНВ (УВТ СИНВ), 5 — скважина, 6 — ЭДЭЗ и блок-соединитель, 7 — электропровод магистральной линии

УДК 678.017: 620.17

*Т.М. ЧЕРНИКОВА, к.т.н., доц.
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ЭКСПРЕСС-МЕТОД ПРОГНОЗА ДОЛГОВЕЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ

В связи с широким применением композитов в различных отраслях производства, в том числе на шахтах и рудниках, возможность прогнозирования длительной прочности и долговечности композиционных материалов имеет в настоящее время большое значение. От того, насколько использование композитов соответствует задачам повышения прочности изделия и обеспечения его целостности при заданных режимах эксплуатации в течение всего срока службы, зависит технико-экономическая эффективность применения новых конструкционных материалов и безопасность труда.

Для своевременного прогноза и предотвращения разрушения разработан ряд методов прогноза долговечности материалов. Однако применение этих методов нередко связано с длительными во времени и дорогостоящими испытаниями.

Возможность оперативного определения расчетных параметров, максимально соответствующих реальной конструкции, изготовленной в условиях производства, должны обеспечивать экспресс-методы измерений.

В проводимой работе экспериментально оценивалась возможность использования экспресс-метода импульсного электромагнитного излучения (ЭМИ) для определения долговечности композиционных материалов – фенопластов, с целью повышения производительности и снижения трудоемкости контроля.

Для этого образцы нагружают и разгружают циклически с постоянной скоростью в диапазоне $10^3 \div 10^5$ Па/с, регистрируют число импульсов электромагнитной эмиссии заданной длительности и амплитуды во времени на первом цикле нагружения-разгрузки. Определяют кинетические константы прочности и долговечности материала образца, фиксируют время нарастания фронта этих импульсов, нагружают образец до полного разрушения, регистрируют время нарастания фронта импульса, порождаемого магистральной трещиной разрушения. По измеренным параметрам определяют кинетические константы прочности и долговечность материала образца (полное число циклов, которое образец может выдержать до разрушения).

Получено уравнение, позволяющее прогнозировать количество циклов (i) до разрушения (долговечность):

$$i = \frac{\tau_o \gamma \dot{\sigma}_{cp} e^{U_o/kT}}{2kT \left(\exp\left(\frac{\gamma \sigma_A}{kT}\right) - 1 \right)},$$

где $\tau_o \cong 10^{-13}$ с - период тепловых атомных колебаний; k - постоянная Больцмана, T - абсолютная температура; U_o , γ - кинетические константы прочности материала образца; σ_A - амплитуда циклической нагрузки; $\dot{\sigma}_{cp}$ - средняя скорость нагружения-разгрузки на i -том цикле.

Используя численный анализ результатов эксперимента, разработан алгоритм определения долговечности образцов из композиционных материалов с использованием кинетико-статистической модели разрушения.

Получена достаточно удовлетворительная корреляция между расчетными и опытными значениями долговечности фенопластов, что свидетельствует о возможности использования метода ЭМИ для прогнозирования долговечности композиционных материалов.

Для успешного решения вопросов обеспечения безопасности жизнедеятельности на промышленных производствах необходимы дальнейшие исследования, разработка и внедрение экспресс-методов испытаний, по-

скольку эксплуатация реальных объектов народного хозяйства должна предусматривать оперативный контроль их состояния.

УДК 621.3.016:622.232.7

*И.А. ЛОБУР, к.т.н., доц.
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ КОНВЕЙЕРОВ

При решении проблем энергосбережения, одной из важных задач является установление закономерностей формирования затрат энергии в виде математических моделей. При этом необходимо учитывать случайные воздействия на звенья технологической цепи. Для построения математической модели случайного процесса необходимо определить число состояний системы и вероятности переходов системы между ее состояниями. Далее можно промоделировать траектории случайного процесса - последовательность переходов системы между ее состояниями.

На основе оценок вероятностей перехода [1] и расчета параметров состояний были определены параметры рабочего цикла, показанные в виде графа состояний системы "ленточный конвейер" на рис.1. Вершины графа (кружки) соответствуют состояниям системы, а стрелки- переходам из одного состояния в другое.

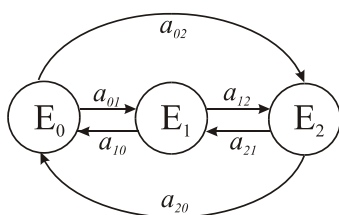


Рис. 1. Граф состояний системы "ленточный конвейер"

Соответствующая графу матрица скоростей перехода [2] уравнения Чемпена-Колмогорова в общем виде представлена формулой (1)

$$\hat{A} = \begin{vmatrix} -\lambda_0 & a_{01} & a_{02} \\ a_{10} & -\lambda_1 & a_{12} \\ a_{20} & a_{21} & -\lambda_2 \end{vmatrix}. \quad (1)$$

Состояние E_0 соответствует остановке. Ленточный конвейер (ЛК) может находиться либо под воздействием внешних причин, либо требований со стороны скребкового конвейера, перегружателя и комбайна, когда они не работают, либо находятся в ремонте. В состоянии холостого хода E_1 ЛК находится либо после пуска, пока еще не работает вся последующая цепочка – перегружатель, скребковый конвейер и комбайн, либо когда любое из этих технологических звеньев не работает. Под нагрузкой (состояние E_2) ленточный конвейер находится при работающей цепочке всех звеньев (перегружатель, скребковый конвейер и комбайн).

На рис. 2 показан граф состояний системы "скребковый конвейер с односкоростным двигателем".

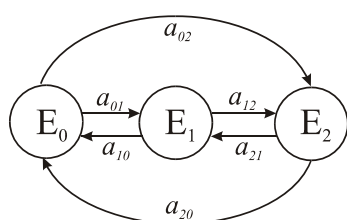


Рис. 2. Граф состояний системы "скребковый конвейер с односкоростным двигателем"

В состоянии E_0 конвейер находится в режиме останова. Работа на холостом ходу (E_1) и под нагрузкой (E_2) возможна при нормальном функционировании всей внешней транспортной системы и при безотказном электроснабжении. Матрица скоростей перехода в общем виде представлена формулой (2)

$$\hat{A} = \begin{vmatrix} -\lambda_0 & a_{01} & a_{02} \\ a_{10} & -\lambda_1 & a_{12} \\ a_{20} & a_{21} & -\lambda_2 \end{vmatrix}. \quad (2)$$

На рис. 3 показан граф состояний системы "скребковый конвейер с двухскоростными двигателями".

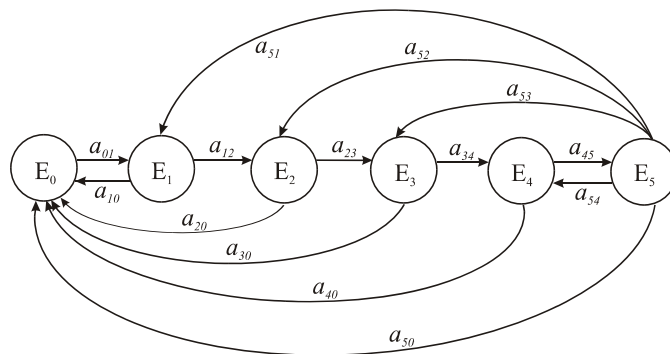


Рис. 3. Граф состояний системы "скребковый конвейер с двухскоростными двигателями"

Из состояния E_0 – отказ или останов скребковый конвейер переходит в состояние E_1 . При этом включается двигатель №1 на скорости $0,3V_{\text{ном}}$ или $0,5V_{\text{ном}}$ и прокачивает находящийся на конвейере уголь, оставшийся после остановки. Затем этот же двигатель переключается на работу при нормальной скорости (состояние E_2) и работает на холостом ходу (потребляемая мощность $P_{\text{хх}}=iP_0$, где i – длина конвейера, P_0 – мощность х.х., приходящаяся на единицу длины. Далее включаются последовательно два (либо три) других двигателя и работают на холостом ходу (соответственно E_2 , E_3 и E_4). После включения комбайна три (либо 4) двигателя работают под нагрузкой (состояние E_5). Далее либо переходят в состояние холостого хода (E_2 , E_3 и E_4), либо в состояние остановки (E_0). В то же состояние скребковый конвейер может перейти по причине отказа системы транспорта или электроснабжения. Матрица скоростей перехода в общем виде представлена формулой (3).

$$\hat{A} = \begin{pmatrix} -\lambda_0 & a_{01} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{10} & -\lambda_1 & a_{12} & 0 & 0 & a_{15} \\ a_{20} & 0 & -\lambda_2 & a_{23} & 0 & a_{25} \\ a_{30} & 0 & 0 & -\lambda_3 & a_{34} & 0 \\ a_{40} & 0 & 0 & 0 & -\lambda_4 & a_{45} \\ a_{50} & 0 & a_{52} & a_{23} & a_{54} & -\lambda_5 \end{pmatrix}. \quad (3)$$

На рис. 4 показан граф состояний системы "скребковый конвейер с гидромуфтой между двигателем и редуктором".

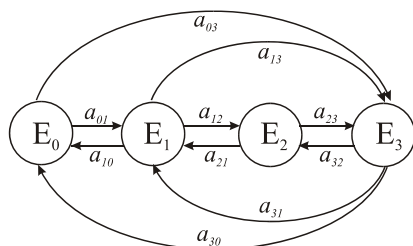


Рис. 4. Граф состояний системы "скребковый конвейер гидромуфтой между двигателем и редуктором"

Состояние E_0 соответствует остановке, потребления электроэнергии нет; E_1 – работе при холостом ходе конвейера ($P_{\text{потр}}=P_{\text{хх}}$); E_2 – работе с полной нагрузкой ($P=iP_0$); E_3 – работе со скольжением (с пробуксовкой). Матрица скоростей перехода в общем виде представлена выражением (4)

$$\hat{A} = \begin{vmatrix} -\lambda_0 & a_{01} & 0 & a_{03} \\ a_{10} & -\lambda_1 & a_{12} & a_{13} \\ 0 & a_{21} & -\lambda_2 & a_{23} \\ a_{30} & a_{31} & a_{32} & -\lambda_3 \end{vmatrix}. \quad (4)$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. Ч.2 – М.: Мир, 1990. - 398 с.
2. Бошданофф Дж., Козин Ф. Вероятностные модели накопления повреждений. – М.: Мир, 1985. - 354 с.

УДК 621.812: 621.31

*В.Н. МАТВЕЕВ, зав. кафедрой, д.т.н., проф.,
Т.Ю. РОМАНЕНКО, к.т.н., доц.,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Повышение безопасности и эффективности использования электрических сетей промышленных предприятий, объектов жилищно-коммунального хозяйства (особенно в условиях дефицита электроэнергии в Сибири после аварии на Саяно-Шушенской ГЭС) требует постоянной работы по совершенствованию систем электроснабжения.

С другой стороны, если и в предыдущий период времени доля стоимости электроэнергии в себестоимости продукции достигала одной трети, то в современных условиях следует ожидать повышения этой доли, поэтому даже небольшое сокращение потребления электроэнергии приводит к большой экономической выгоде.

В работе предлагается подход оптимизации использования электрических сетей, основанный на взаимозависимости безопасности функционирования сложной системы и насыщенности ее внутренней информацией [1].

Синтез любой системы электроснабжения должен начинаться с анализа характера нагрузки исследуемой системы за определенный период времени. Связано это еще и с тем, что в последнее время значительно расширился ассортимент электропотребителей, мощность которых также име-

ет тенденцию к увеличению. Важно знать величину коэффициента мощности сети в определенный час суток (месяца) на каждом участке.

Структура и параметры анализируемой электрической сети с выявленным характером нагрузок на каждом участке служат основой для разработки энерго - информационной модели, приведенной на рисунке, в которой учитываются как особенности структуры системы (структурная информация), так и насыщенность данной структуры различными взаимодействиями между ее элементами (оперативная информация) двух видов – энергетическими и информационными.

Оба указанных вида информации составляют внутреннюю информацию системы, оцениваемую информационным ресурсом, с увеличением величины которого повышается безопасность и эффективность функционирования системы.

Структурная составляющая информационного ресурса характеризует наблюдаемость и упорядоченность структуры системы.

Если для информационных каналов модели определяющими параметрами являются: количество оперативной информации, скорость ее циркуляции, достоверность и стоимость, то для энергетических каналов, под которыми подразумеваются линии перемещения электрической энергии, должны учитываться: количество и мощность возможных источников, количество и мощность используемых приемников, количество уровней трансформации напряжения в исследуемой сети, ее протяженность, режим работы приемников, характер электрической нагрузки.

Критериями оптимизации сети являются ее максимальный информационный ресурс и минимальные затраты на эксплуатацию электрооборудования.

Исследуемая электросеть является системой с ограниченными возможностями – в отношении передаваемой мощности, затрат на ее модернизацию, поэтому результаты моделирования позволят:

- оптимизировать структуру электрической системы;
- выявить целесообразные (первоочередные) точки установки компенсирующих устройств, под которыми понимаются устройства, непрерывно отслеживающие текущий характер электрической нагрузки и устраняющие циркуляцию в системе реактивной мощности, бесполезно нагружающую систему, увеличивающую ее токи и снижающую КПД системы.

На основе исследования результатов моделирования будут разработаны конкретные схемы компенсирующих устройств, которые в общих чертах должны содержать датчики тока, набор компенсирующих элементов с заданными свойствами и систему управления, подключающую компенсирующие элементы к сети.

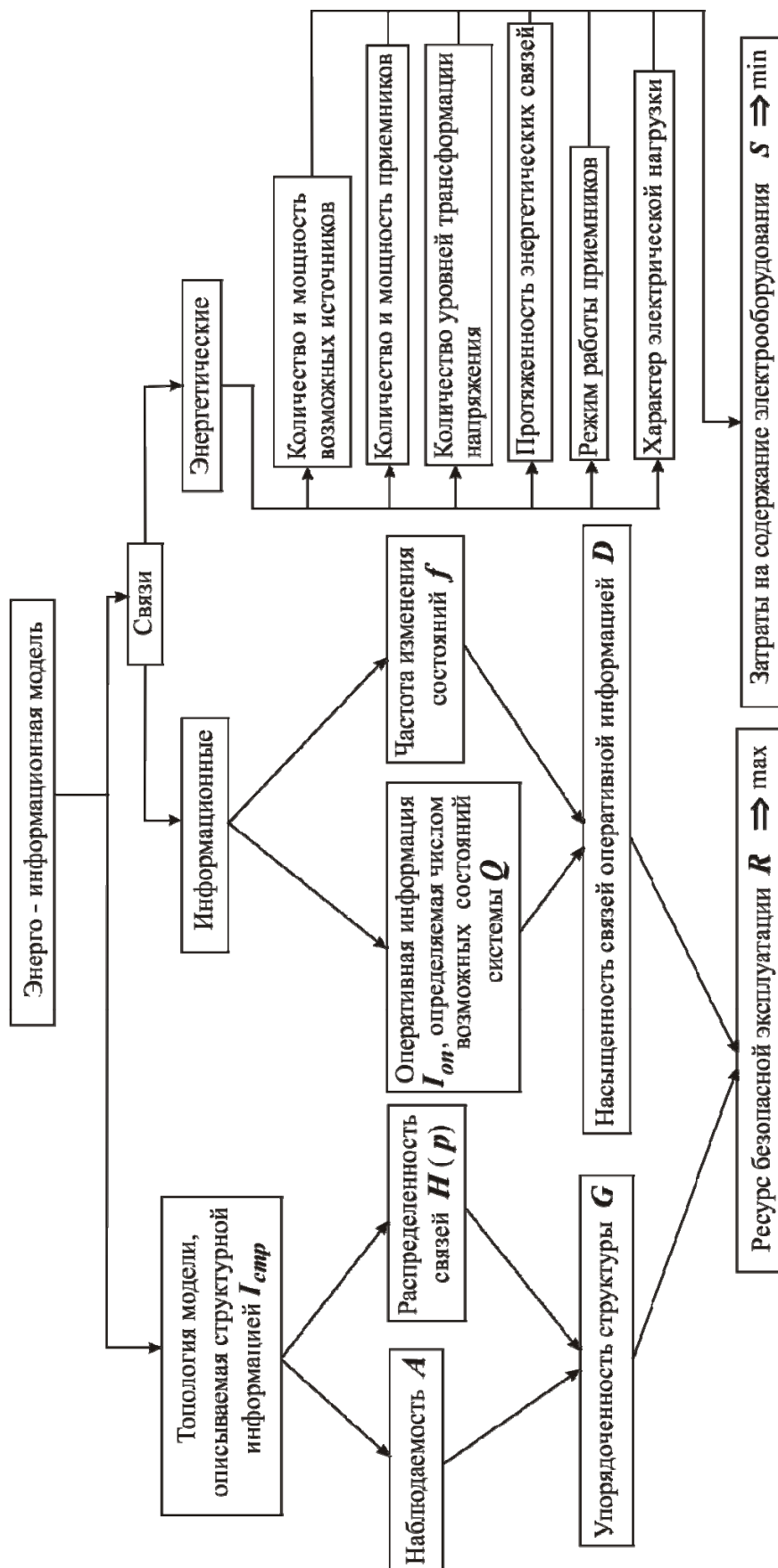


Рисунок. Энерго – информационная модель электрической сети

В совершенной системе со скомпенсированной реактивной мощностью, т.е. при активном характере нагрузки, значительно облегчаются условия коммутации источников, снижаются потребляемые токи, облегчается режим работы источников, а, следовательно, повышается качество электроэнергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев В.Н. Повышение безопасности эксплуатации шахтных участков систем электроснабжения и их компонентов: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. - Кемерово, 2003. - 40 с.

УДК 622.33:331.464

*В.С. ГЕРШГОРИН, к.ф.н.,
Новокузнецкий филиал-институт ГОУ ВПО "Кемеровский
государственный университет"
Россия, г. Новокузнецк*

К НОВОЙ ПАРАДИГМЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Острая актуализация проблем безопасности связана с очевидным разрывом между непрерывной технической модернизацией производства и запаздывающей реакцией организационно-управленческих и регулирующих систем. Обеспечение безопасности осложняется множественностью аспектов – технических, финансовых, социальных, правовых, кадровых и др. Решение комплексных и междисциплинарных проблем безопасности затрудняется тем, что соответствующие специалисты и эксперты говорят на своих предметных языках и формулируют требования, нередко противоречащие друг другу. Кроме того, каждый инцидент, авария, техногенная катастрофа представляют собой уникальное сочетание факторов и обстоятельств, требующих всякий раз особого анализа.

В последнее время все чаще звучит мысль о том, что необходима новая философия, новая парадигма безопасности. Делается вывод, что хотя "физика" катастроф разная, логика у них одна. Возникла и развивается новая научная дисциплина и практика управления рисками. С конца 2008 г. в государственной корпорации "Росатом" приступили к внедрению международных стандартов ISO/IEC 15288:2008 и 15296, основанных на идеях управления жизненным циклом технологических объектов и системной инженерии, в корпоративную культуру организаций. Становится злободневным тезис знаменитого немецкого правоведа XIX в. Ф.К. Савиньи: "время от времени необходимо все исследовать заново".

Действительно, накоплен огромный опыт, записанный кровью многочисленных жертв. Непрерывно совершенствуется законодательство. Реализуются индустриальные мегапроекты, требующие тщательнейшей проработки моделей, архитектурного дизайна и расчетов. Зреют контуры методологии, развивающей новые версии системного подхода, отвечающего задачам современности, названной У. Беком "обществом риска". Эта методология стремится объединить общими рамками физические объекты, цели действующих лиц – стейкхолдеров, информационные модели, идеологию разнообразия жизненных циклов, учет непрерывно меняющихся требований и спецификаций, приходящих с разных сторон и "вавилонской башни" проекта.

В этой связи решение проблем безопасности зависит от системных компетенций, способности взять и удерживать систему во всей ее полноте и динамике, в соответствии процессов и структур, функционального и морфологического, в соединении управленческого и инженерно-технического подходов, выделении зон повышенного риска, распределении ответственности заинтересованных лиц.

Чтобы не утонуть в массе деталей и выстроить стратегию безопасности, необходимо проверить на практике совокупность организованных вместе подходов. В их числе как старые, так и новые, еще не закреплённые в нормативных системах концепты:

- охрана труда (действующие институты безопасности);
- промышленная безопасность (правила эксплуатации, требования к состоянию техники и оборудования);
- культура безопасности (корпоративные нормы);
- гуманитарная экспертиза (квалификации и компетенции);
- социальная оценка (взаимная ответственность и регулярные коммуникации в формальных и неформальных структурах);
- управление рисками (зонирование, распределение и перераспределение их).

Интеграция этих компонентов в одной организационной системе, на уровне международных стандартов, применяемая параллельно, итеративно и рекурсивно для различных частей системы позволит получить и осмыслить новый опыт решения по существу никогда не решаемой до конца проблемы безопасности.

На рисунке 1 показана субординация указанных деятельностей в организационно-технических системах.

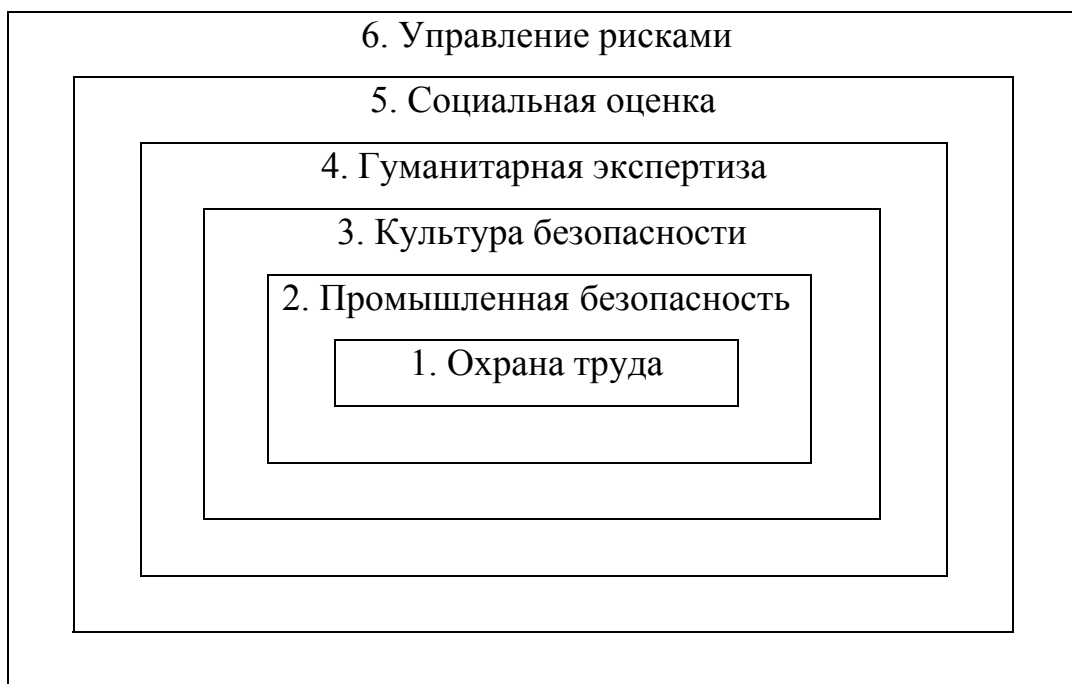


Рисунок 1. Субординация деятельности в организационно-технических системах

При сохранении тренда на увеличение мощности инженерной единицы в развитии техники угроза аварий будет только возрастать. Необходима соответствующая компенсация на стороне человеческого фактора, через повышение степени включенности работников в корпоративную культуру путем тренингов и других активных форм адаптации человека к опасной среде деятельности.

При подготовке комплексных решений в области безопасности необходимо учитывать, что человеческий фактор сильнее технического, но слабее технологического. Вместе с тем изменения в технологии, смена технологической платформы в отрасли подчиняется логике жизненного цикла. Идея жизненного цикла является одной из ключевых в системной инженерии. На ее основе строится представление об "обеспечивающей системе" – системе, поддерживающей работу рассматриваемой системы на протяжении каких-либо стадий её жизненного цикла, но не вносящей прямого вклада в её работу на стадии эксплуатации.

Нужно отметить, что дальнейшее развитие методов системной инженерии, её языка и особой культуры применения является задачей, которую можно решать только совместными усилиями менеджеров и инженеров, и при помощи методологов.

В особенности, требует методологического рассмотрения сам способ видения, который привносится идеей жизненного цикла. Ведь при этом системное целое, о котором идёт речь, рассматривается так, будто оно не составлено из частей, а само служит происхождением этих частей и осно-

вой их конкретного назначения. Понятие жизни определяет именно то, что в ней допускается такой вид деятельности, которая переходит не от множества к единству, а от единства к множеству, не от частей к целому, а от целого к частям. Такое органическое представление не совпадает с механически-каузальным пониманием законов, управляющих развитием техники и организационных систем. Это другая точка зрения и совершенно другой масштаб измерения, не "полевой", а целевой. И в этой перспективе возникает необходимость гуманитарной экспертизы и социальной оценки техники и технологии.

УДК 621.812: 621.31

*В.Н. МАТВЕЕВ, зав. кафедрой, д.т.н., проф.,
В.Е. БЕКОВ, аспирант,
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ЖКХ

Современное состояние городского жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) в условиях резко возросшей мощности потребителей отличается недостаточно развитой системой электроснабжения:

мала установленная мощность трансформаторных подстанций;
жилы кабелей и воздушных линий имеют небольшой сечение,
следствием чего является невысокое качество электроэнергии.

Достаточно опасной является операция коммутации воздушных выключателей трансформаторных подстанций (особенно с высокой стороны напряжения).

О том, что электрические сети ЖКХ работают на пределе своих возможностей свидетельствует тот факт, что даже включение холодильника в квартире приводит к кратковременному снижению свечения электроламп. В критических же случаях работа мощных потребителей приводит к значительному перекосу фазных напряжений на приемниках.

Снизить потребляемый ток питающего трансформатора при неизменной мощности приемников, а тем самым получить возможность расширения электрической сети (повышения мощности приемников) при неизменных мощностях источников и сечении жил электрической сети воз-

можно с помощью автоматических устройств компенсации реактивной мощности (УК).

Блок-схема разрабатываемого УК представлена на рисунке.

Параллельно нагрузке 1 потребителей, запитанных от источника 2, через управляемые ключи 3 подключаются компенсаторные элементы 4. (Вопрос о параметрах компенсаторных элементов решается для конкретного случая индивидуально.)

Сигналы коммутации на ключи 3 подает блок управления 5 в соответствии с записанной в постоянном запоминающем устройстве 6 программой.

Управляющим воздействием для блока 5 является также сигнал с датчика тока 7.

УК работает следующим образом. В соответствии с алгоритмом блок управления 5 непрерывно производит коммутацию компенсаторных элементов 4 с целью нахождения минимума тока нагрузки, при котором возникает резонанс токов при разных по характеру, но одинаковых по величине реактивных мощностях приемника 1 и компенсаторных элементов 4.

При нахождении минимума тока количество включенных компенсаторных элементов фиксируется до очередного изменения тока нагрузки.

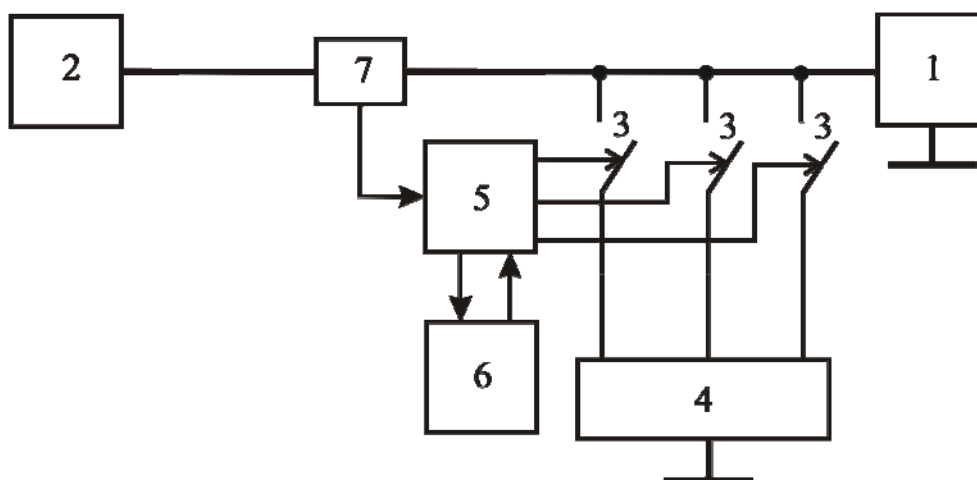


Рисунок. Блок-схема устройства компенсации реактивной мощности

Решение проблемы повышения эффективности использования электрических сетей возможно на любом уровне – жилой квартиры, дома, района, отдельного предприятия и т. д.

Первоначально необходимо определить характер электрической нагрузки исследуемой сети за определенный период времени: в последнее время значительно расширился ассортимент электропотребителей, мощность которых также имеет тенденцию к увеличению, поэтому важно знать вероятную величину коэффициента мощности сети в определенный час суток (месяц) на каждом участке сети.

Структура и параметры анализируемой электрической сети с выявленным характером электрических нагрузок на каждом участке служат основой для разработки энерго - информационной модели, в которой учитываются как особенности структуры системы, так и насыщенность данной структуры различными взаимодействиями между ее элементами двух видов – энергетическими и информационными [1].

Полученная в результате исследования модели информация позволит оптимизировать структуру сетей по критерию эффективности и безопасности их использования, определить эффективные точки подключения УК, работа которых позволит приблизить характер нагрузки к активному, что, в свою очередь, облегчит условия коммутации питающих трансформаторов, устранив перенапряжения и сверхтоки в сети. Последнее обстоятельство улучшит качество электроэнергии и увеличит срок службы электрооборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев В.Н. Повышение безопасности эксплуатации шахтных участков систем электроснабжения и их компонентов: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. - Кемерово, 2003. - 40 с.

УДК 621.311.019

*О.А. САВИНКИНА, ассистент
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ВЛИЯНИЕ ОТКЛОНЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПРОМЫШЛЕННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ

В последнее время качество электрической энергии стало предметом практического внимания со стороны не только потребителей, но и энергоснабжающих организаций. Основным нормативным документом, определяющим требования к качеству электроэнергии, является ГОСТ 13109-97 "Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения". Под термином "качество электрической энергии" понимается соответствие основных параметров энергосистемы установленным нормам производства, передачи и распределения электрической энергии.

Технологические процессы любого производства в значительной мере зависят от качества электроэнергии. Отклонение показателей качества электроэнергии от нормальных или предельно допустимых значений приводит к нарушению нормального хода производственного процесса или к повреждению оборудования, трансформаторов, электродвигателей, что в свою очередь может привести к материальным убыткам, а также повлиять на безопасную деятельность работающего персонала.

Различные показатели качества электроэнергии оказывают неодинаковое влияние на режим работы потребителей, экономический ущерб, а также на промышленную безопасность предприятия при их отклонении от нормальных или предельно допустимых значений.

Установившееся отклонение напряжения вызывает наиболее неблагоприятные последствия и наносит наибольший материальный ущерб по сравнению с изменениями других показателей качества электрической энергии.

В последнее время наблюдается тенденция постоянного роста нагрузок на предприятиях. Такое увеличение нагрузок приводит к отклонению напряжения от нормальных или предельно допустимых значений в сторону уменьшения. Это происходит вследствие того, что, несмотря на увеличение потребляемой мощности, по-прежнему эксплуатируются электрические сети, сооруженные несколько десятков лет назад, рассчитанные на значительно меньшую передаваемую мощность.

Другими причинами отклонения напряжения являются неправильный выбор элементов электрической сети, нерациональное регулирование напряжения путем переключения отпайек у трансформатора, ограничение мощности источника питания под действием ударных нагрузок.

Асинхронные и синхронные двигатели при изменении подводимого напряжения изменяют скорость вращения, это приводит к изменению производительности механизмов, приводимых в движение двигателями. Изменение напряжения от -5% до +10% вызывает изменение скорости примерно на 2,5%, это сказывается на качестве технологических процессов. Вдвое сокращается срок службы изоляции двигателя, что приводит к выходу из строя электрооборудования (пробой изоляции).

При сварочных работах ухудшается качество шва и растет расход реактивной энергии. Ухудшение качества сварочного шва увеличивает вероятность травматизма на предприятии.

Увеличение напряжения резко сокращает срок службы осветительных приборов. Для ламп накаливания снижение напряжения вызывает резкое уменьшение светового потока: снижение напряжения на 5% вызывает снижение светового потока на 10%, а при снижении напряжения на 10% световой поток снижается более чем на 30%. Это вызывает ухудшение зрения, повышенное утомление, снижение производительности труда, повышает вероятность травматизма на рабочих местах, брак продукции. По-

вышение напряжения на 10% увеличивает световой поток примерно на 30%, но срок службы ламп снижается примерно в 3 раза, что ведет к материальным и трудовым затратам на замену ламп.

Для электропечей и электролизных установок снижение напряжения приводит к увеличению длительности технологических процессов, что связано с убытками.

Второй показатель качества электроэнергии, влияющий на нормальное функционирование электрооборудования, а также промышленную безопасность предприятий – коэффициент несинусоидальности кривой напряжения.

Несинусоидальные режимы обусловлены функционированием электроприемников с нелинейной вольт-амперной характеристикой. К таким электроприемникам относятся дуговые сталеплавильные печи, преобразователи, индукционные печи, телевизоры и др.

Несинусоидальность напряжения приводит к перегреву и разрушению нулевых проводников кабельных линий вследствие их перегрузки токами третьей гармоники. Это происходит тогда, когда токи в нулевых рабочих проводниках значительно превосходят токи фазных проводников, а защита от токов перегрузок в цепях нулевых проводников не предусмотрена в [1]. Следует отметить также ускоренное старение изоляции при повышении рабочей температуры токоведущих проводников.

Также, несинусоидальность напряжения приводит к дополнительным потерям в трансформаторах. Эти потери могут привести к значительным потерям энергии и быть причиной выхода из строя трансформаторов вследствие перегрева, что значительно влияет на промышленную безопасность предприятия.

Последствием несинусоидальности напряжения может быть необоснованное срабатывание предохранителей и автоматических выключателей вследствие дополнительного нагрева внутренних элементов защитных устройств, что в свою очередь может привести к нарушению технологического процесса, травмам и большим убыткам на производстве.

Вследствие протекания в силовых кабелях высокочастотных гармоник тока, в кабелях телекоммуникаций могут наводиться помехи. Гармоники тока, проникая в сети энергосистем, приводят к ухудшению работы высокочастотной связи и систем автоматики, а также вызывают ложные срабатывания некоторых релейных защит, что недопустимо для нормального функционирования технологического процесса.

В электрических сетях различных напряжений с источниками гармоник затрудняется применение батарей конденсаторов, так как они или отключаются вследствие перегрузки по току, или за короткий срок выходят из строя в результате вспучивания или взрывов, что должным образом влияет на промышленную безопасность промышленного предприятия.

Таким образом, отклонения показателей качества электроэнергии от нормальных или предельно допустимых значений оказывает значительное влияние на безопасные условия труда для персонала, нормальное функционирование электрооборудования, а также технологического процесса в целом. Для устранения отклонений показателей качества необходимо производить контроль и анализ качества электроэнергии в соответствии с [2,3]. Также необходимо внедрять на предприятия мероприятия и технические средства, влияющие на обеспечение качества электроэнергии в электрической сети на уровне, установленном [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства электроустановок. – 6-е и 7-е изд. (все действующие разделы). – Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2008. – 853 с.
2. РД 153-34.0-15.501-00 Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Часть 1. Контроль качества электрической энергии.
3. РД 153-34.0-15.502-2002 Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Часть 2. Анализ качества электрической энергии.
4. ГОСТ 13109-97 "Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения".

УДК 622.251.1

*В.А. ХЯМЯЛЯЙНЕН, зав. кафедрой, д.т.н. проф.,
Ф.В.КИТЕЛЕВ, студент,
Кузбасский государственный технический университет
А.Е. МАЙОРОВ, зав. лабораторией, к.т.н.
КемНЦ СО РАН
Россия, г. Кемерово*

К ОЦЕНКЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНКЕР-ИНЪЕКЦИОННОГО КРЕПЛЕНИЯ ПРИ ПРОХОДЕ УЧАСТКОВ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО НАКЛОННОГО СТВОЛА №2 ЗАО "РАСПАДСКАЯ-КОКСОВАЯ"

Одной из главных задач функционирования любого горного предприятия является обеспечение экологически безопасной жизнедеятельности. Очевидно, что этому условию должно удовлетворять предприятие еще на стадии его строительства и, в частности, при проведении и креплении горных выработок.

ЗАО "Распадская угольная компания" - крупнейшее угледобывающее предприятие не только в России, но и за рубежом. Обеспечивает три четверти коксующегося угля в России. В 2008 году планировалось добыть 15 млн. т угля. Но из-за экономического кризиса добыча угля сократилась до 8,5 млн. т. Снижение производства коксующегося угля относительно показателей первой половины 2008 года превышает 50%.

В стране наметился дефицит коксующихся углей, без которых невозможно развитие металлургической отрасли. Чтобы восполнить дефицит особо ценных марок углей принято решение вскрыть поле шахты № 2 Балахонской серии Ольжерасского месторождения. Угли этого месторождения относятся к маркам "К" и "КО".

Массив горных пород, по которому проводятся эти стволы, сложен в основном алевролитом, аргиллитом и песчаником. Породы относятся к балахонской серии, верхнебалахонской подсерии и кольчугинской серии кузнецкой свиты. Ввиду наличия тектонических нарушений, слоистости, в массиве образуется большой объем пор и пустот. Трещинная пустотность до проведения выработок составляет 1-2%, а после ее проведения доходит до 3-4%.

Опыт проведения одного из пройденных стволов показывает недостаточную эффективность крепления замковой части анкера смолами и значительное высыпание пород кровли вследствие значительной пустотности массива горных пород. Поэтому в настоящей статье предлагается перед анкерованием провести цементацию пород кровли в скважины, предусмотренные для установки анкеров.

Анализ вышеприведенных горно-геологических условий, анализ состояния кровли и опыт, полученный на практике, показывают, что применяемое анкерное крепление недостаточно для поддержания выработки длительное время в безопасном состоянии. Высыпание мелких частей кровли на почву, неплотное закрепление анкеров, отслаивание породы от кровли снижают прочность массива, и целесообразно применение анкерно-инъекционного укрепления массива. Также, слоистость массива и повышенная трещиноватость являются предпосылками для образования большого объема пор и пустот. Такое состояние кровли можно исправить с помощью цементации. При этом актуальны вопросы оценки прочности массива в зависимости от прочности и пустотности горных пород, которые были рассмотрены нами ранее. В настоящей работе рассматривается другой аспект проблемы качественного инъекционного упрочнения связанный с оценкой проникающей способности водоцементных смесей, которыми являются цементные растворы.

Для оценки влияния формы цементных частиц на интенсивность процесса их прохождения сквозь щелевые отверстия фильтра, процесс сводообразования и структурирования вокруг отверстий, было проведено триста

опытов на модели гравитационной решетки. Модель изготовлена в виде ограниченного объема плоской вертикальной щели с постоянной шириной 10мм, образованной двумя пластинами стекла, с загрузочной воронкой и сменным блоком однорядной колосниковой решетки в нижней части.

Испытывались частицы разной формы с коэффициентом формы $K_\phi = 0.254; 0.406; 0.531; 0.767$, с одномоментной загрузкой в верхнюю часть модели партии определенного, одинакового для всех опытов объема. Частицы падали вниз, часть из которых проходила сквозь решетку, а часть, зависая, задерживалась на решетке. Для опытов использовалась сменные решетки с соотношением минимального размера частиц к ширине отверстия d_{min}/D в диапазоне значений от 0.5 до 1.5. В процессе эксперимента фиксировался вид сыпучего, ширина отверстий решетки, прошедший сквозь решетку объем частиц (взвешивался на электронных весах с последующим переводом значений в размерность объема). В целях комплексной оценки данных анализировались не только полученные прямые зависимости, но и построенные на базе относительных величин. Результаты анализа влияния формы частиц на проникающую способность позволили установить следующие закономерности.

При прочих равных условиях угловатые частицы при соотношении d_{min}/D примерно от 0.85 до 1 практически во всех опытах не проходят через решетку, образуя наиболее устойчивые по сравнению с округлыми частицами сводики. В свою очередь, при изменении соотношения d_{min}/D менее 0.85 угловатые частицы более легко переходят в состояние лавинного сброса сквозь решетку.

Объяснить ситуацию можно следующим образом. Смещение частиц происходит по схеме "сдвиг + поворот", при этом округлые частицы находятся в постоянном контакте с соседними, дольше сохраняя состояние структурированной среды, чем угловатые, особенно у которых форма поверхности стремится к виду пересекающихся плоскостей с острыми углами. При взаимном повороте таких угловатых частиц и переходе точечного или линейного контакта из "ребро-ребро" в контакт "ребро-плоскость" может происходить их взаимный согласованный срыв с потерей контакта, что в определенных условиях ведет к лавинному обрушению сыпучего в отверстия решетки. У угловатых частиц зависимость K_ϕ от притока частиц (соотношения прошедшего сквозь решетку объема частиц V к площади отверстий решетки S), явно расположена выше остальных, т.е. увеличение K_ϕ при прочих равных условиях дает увеличение величины общего притока. Однако у овальных частиц с $K_\phi = 0.406$ и 0.531 , несмотря на различия, значения практически одинаковы. У сильно вытянутых частиц с $K_\phi = 0.254$ несмотря на их округлость, значения d_{min}/D несколько меньше. Сравнивая поведение округлых частиц, очевидно, что бо'льшая стабильность структур наблюдается у частиц с меньшими значениями K_ϕ , при этом меньшая склонность к взаимному повороту наблюдается у более вытянутых частиц,

работающих в структуре по принципу балки с заземленным концом.

Для повышения эффективности анкерного крепления целесообразно рассмотреть возможность предварительного инъекционного упрочнения массива горных пород цементно-водным раствором для заполнения крупных трещин и пустот с учетом формы частиц тампонажного раствора.

622.235:635.232

*П.И. КУШНЕРОВ, директор, д.т.н.к, ст.начн. сотр.,
Кемеровского филиала ЗАО ИТЦ "Взрывиспытания",
В.П. ДОМАНОВ, зав. лабораторией, к.т.н., ст.научн.сотр.,
ОАО "НЦ "ВостНИИ",
Ю.А. МАСАЕВ, к.т.н.н, проф.,
Кузбасский государственный технический университет.
Россия, г. Кемерово*

СОСТОЯНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ КУЗБАССА

Рассматривается аварийность взрывных работ на угольных шахтах Кузбасса и необходимость совершенствования высокопредохранительных ВВ в части повышения их работоспособности.

Ключевые слова: взрывчатые вещества, взрывные работы, безопасность взрывания, предохранительные ВВ, средства инициирования, углеспускные выработки, взрывной способ разбучивания выработок, взрыв метана, вспышка метана.

В Кузбассе за 2008 г. израсходовано 403,9 тыс. тонн ВВ, 3963,8 тыс. шт. электродетонаторов и 3276,5 тыс. шт. неэлектрических систем инициирования, в первом полугодии 2009 г. израсходовано 187,1 тыс. тонн ВВ, 1834,4 тыс. шт. электродетонаторов.

Аварийность при взрывных работах на шахтах Кузбасса в последние годы заметно снизилась. С одной стороны это результат уменьшения объемов взрывных работ, а с другой стороны разработка и применение новых, более безопасных ВВ V класса предохранительности и спецзарядов в виде монозарядов. Однако аварии (вспышки метана, пожары) продолжают происходить.

В 2008г. произошла вспышка метана на шахте им. Ворошилова УК "Прокопьевскуголь" при взрывных работах по подготовке очистного забоя ПШО; травмировано 7 человек.

В 2009 г. в Кузбассе произошло 3 аварии, в том числе:

- на шахте им. Дзержинского УК "Прокопьевскуголь" при разбучивании углеспускной печи взрывным способом 22.02.2009 г. произошла

вспышка метана, при этом травмировано 3 человека, в том числе два смертельно.

- на строящейся шахте "Распадская-Коксовая" после производства взрывных работ при проведении выработки 21.04 2009г. произошло возгорание угольного массива.

- на шахте "Киселёвская" при разбучивании углеспускной печи взрывным способом 02.05.2009г. произошла вспышка метана, при этом пострадало 6 человек.

Итак, за полтора года произошли 4 аварии. В итоге 16 чел пострадавших, в том числе два - смертельно травмированных. Для оценки данной ситуации рассмотрим более подробно причины наиболее характерных аварий.

1. ООО "Шахта им. Ворошилова" отработывает 11 угольных пластов мощностью от 1,9 до 16м. Углы падения пластов от 45 до 85 градусов, преимущественно 55-68 град. Относительная метанообильность шахты составляет $13,47 \text{ м}^3/\text{т с.д.}$ Абсолютная метанообильность шахты - $15,75 \text{ м}^3/\text{мин.}$

Пласты сближенные, опасны по самовозгоранию и взрывчатости угольной пыли; опасны по внезапным выбросам угля, породы и газа (IV Внутренний, Характерный, Горелый); опасны по прорывам воды и глины (Мощный, Горелый, IV Внутренний). Все пласты имеют сложное строение, склонны к высыпанию. Применяют три системы разработки: блоковое обрушение из разрезных печей (БОП), подэтажная гидроотбойка (ПГО), подэтажное штрековое обрушение (ПШО).

Проведение выработок мелкой нарезки в пределах выемочного участка производится с помощью взрывных работ. Коэффициент крепости угля 0,8-1.1 (по Протодюконову).

Обстоятельства аварии:

Мастер-взрывник получил наряд на ведение взрывных работ в забое II выемочного штрека. Выписано и получено 10,8 кг ВВ (аммонит ПЖВ-20) и 18 электродетонаторов на два приема взрывания. В 18 часов горнорабочие участка произвели первое взрывание, затем выгрузили уголь, закрепили забой и в 19 часов 30 минут произвели второе взрывание. При этом отбитой массой угля пересыпало устье скважины № 9 диаметром 700 мм ниже почвы II выемочного штрека. Мастер-взрывник при этом не присутствовал. В 20 часов 15 мин. на участке произошла вспышка метановоздушной смеси.

Комиссией по расследованию аварии установлено, что авария произошла при взрывании накладных зарядов при разбучивании скважины без применения взрывного прибора. В качестве источника тока использована сеть электросверла ЭР-8Д. Отсюда следует, что причинами данной аварии явилось нарушение технологического процесса, выразившееся в производстве взрывных работ в забученной скважине накладными зарядами ВВ IV класса предохранительности (аммонит ПЖВ-20), без замера газа метана и

без вывода людей из опасной зоны. Кроме того, взрывание произведено горнорабочими при отсутствии мастера - взрывника. Отмечалось также, что в выработках имеются неучтенные ВМ и горнорабочие имеют возможность производить взрывание самостоятельно.

2. ООО "Шахта Киселевская"

Взрывные работы на шахте "Киселевская" ведут шесть технологических участков. На шахте работают три участка, использующие монозаряды МЗВ-2М, предназначенные специально для разбучивания углеспусков. Случаев вспышек и взрывов метана при разбучивании углеспусков монозарядами МЗВ-2М не зафиксировано.

Обстоятельства аварии:

Мастер-взрывник с горнорабочим доставили на вентиляционный штрек ВМ (79,2 кг ПЖВ-20 и 116 шт. ЭДКЗ-0ПКМ). Затем мастер-взрывник отдал все ВМ и электровзрывную магистраль горнорабочим, а сам остался на вентиляционном штреке.

Горнорабочие произвели бурение 29 шпуров под секцией № 1. Затем они самостоятельно без мастера-взрывника зарядили около 18,0 кг аммонита ПЖВ-20 и, закончив монтаж электровзрывной магистрали, поднялись на вентиляционный штрек, где находился мастер-взрывник, который произвел взрывание. После производства взрывных работ углеспускная печь № 1 забутилась в нижней ее части. Для её разбучивания горный мастер с горнорабочими участка связали несколько деревянных шпуров и, используя ВВ IV класса аммонит ПЖВ-20, произвели взрывание, не замерив предварительно содержание газа - метана в месте производства взрывных работ. Вентилятор ВМ-4, находящийся в тупике конвейерного штрека, был выключен. В результате взрывных работ произошла вспышка метановоздушной смеси, пламя распространилось по конвейерному штреку. В результате этой аварии термические ожоги различной степени тяжести получили шесть работников участка № 8.

Отсюда следует вывод, что основной причиной рассмотренных аварий является использование ВВ IV класса предохранительности, не соответствующих горногеологическим и техническим условиям по уровню безопасности. Обстановка усложнялась еще тем, что применяли "накладные" заряды из такого аммонита, при взрыве которого имеет место достаточно мощная ударная волна и раскаленные остатки ВВ, являющиеся причиной воспламенения метановоздушной смеси.

Аналогичные аварийные ситуации периодически возникали ранее и имеют место в настоящее время на шахтах Кузбасса. Объясняется это тем, что нарушаются проектные решения проведения спускных выработок за счет их проведения меньшим сечением, высокопредохранительные ВВ VII класса для этих целей имеют недостаточную мощность, организационными причинами.

В связи с этим еще в 1985г. для ускорения выполнения подготовительных работ после забучивания углеспускных выработок ВостНИИ были разработаны и Минуглепромом СССР утверждены дополнения к действующей инструкции для этого вида работы. Основные изменения состояли в следующем:

- сократить объем подготовительных работ (выписывание и получение ВМ, ежесменный отчет взрывника) и разрешить сменному надзору участка выполнять ряд работ самостоятельно и заранее;
- разрешить хранение ВВ в специальных сейфах, установленных на горных участках под щитами. Место установки сейфов и порядок его загрузки и извлечения взрывником необходимого количества ВВ согласовывается с местными органами Госгортехнадзора;
- разрешить проведение работ по разбучиванию по заранее разработанным мероприятиям и схемам (вместо паспортов БВР) и т.д.

После введения в действие данных дополнений к инструкции по разбучиванию углеспускных выработок на шахтах Кузбасса количество аварий существенно сократилось. Однако для повышения эффективности и безопасности буровзрывных работ, наряду с мерами организационно-технического порядка, целесообразно совершенствовать ассортимент высоко предохранительных ВВ в направлении увеличения их работоспособности.

Выводы и предложения:

1. Аварии при взрывных работах на шахтах Прокопьевско-Киселевского района, происшедшие в 2008 – 2009гг., имели место в основном при разбучивании углеспускных выработок на пластах крутого падения вследствие применения накладных зарядов ВВ IV класса предохранительности (ПЖВ-20) вместо ВВ VII класса.

2. Для повышения эффективности и безопасности буровзрывных работ необходимо совершенствовать ассортимент ВВ, в том числе и высоко предохранительных, в направлении увеличения их работоспособности.

УДК 075.8

*Н.В. МАХОНИН, технический директор
ИТЦ "КОНВЕН",
Н.И. СИДНЯЕВ, к.т.н., доц.,
Московский государственный технический университет
имени Н.Э. БАУМАНА
Россия, г. Москва*

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В КЛИМАТИЧЕСКИХ КАМЕРАХ

Основное назначение климатических камер заключается в обеспечении требуемого для производства режима и параметров воздуха. Взаимосвязь конструктивного решения климатических камер и необходимых параметров помещения, разработка оптимальных по своим техническим и экономическим показателям конструктивных решений современных камер - являются предметом исследований строительной физики. Требования технологического кондиционирования воздуха базируются на производственной необходимости поддержания определенных параметров воздушной среды (температуры, влажности и подвижности воздуха) при ведении многих технологических процессов в различных отраслях промышленности, а также для обеспечения работоспособности радиоэлектронного оборудования, высокоточных станков, приборов и т.п. Определенное состояние воздуха является необходимым, а часто и решающим условием для осуществления многих, особенно новейших, технологических процессов. Здесь, наряду с пищевой, текстильной, кожевенной, бумажной промышленностью необходимо выделить производство электронных приборов, полупроводников, телерадиосистем, продукции точного машиностроения и приборостроения, промышленное производство искусственных материалов, волокон и др.

Комплекс теплофизических исследований, представленных в докладе, решает задачи обеспечения эффективности камеры. Экспериментальные исследования при проектировании позволяют разрабатывать конструктивные решения камер, обеспечивающие не только существующие нормативы - это требование необходимо выполнять обязательно, но и конечную эффективность климатических камер по современным критериям [1-3]. Проведение таких исследований обеспечивает минимизацию затрат при организации выпуска новых видов камер или при модернизации существующих технологических и конструктивных решений.

Исследования проводились с климатической камерой для испытаний и сборки крупногабаритной радиоаппаратуры в диапазоне температур -

20...+60°C. Рассматривались два варианта режимов эксплуатации климатической камеры:

1. Режим сборки радиоаппаратуры при температуре воздуха $22 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $50 \pm 10\%$. Класс чистоты в помещении ИСО 8 согласно ГОСТ ИСО 14644-1-2002.

2. Режим климатических испытаний после сборки радиоаппаратуры. Диапазон температур -20...+60°C.

Скорость изменения температуры в камере предполагалась не более 10°C в час. Точность поддержания параметров температуры $\pm 2^\circ\text{C}$. Выпадение конденсата на испытуемой аппаратуре не допускается. Требования по классам чистоты не предъявляются. Присутствие человека в климатической камере в момент проведения климатических испытаний не допускается. Масса аппаратуры 1500кг. Тепловыделения от аппаратуры 1кВт. Габаритные размеры климатической камеры 6х9х4м.

Для реализации в климатической камере требуемых параметров микроклимата и класса чистоты в режиме сборки радиоаппаратуры устанавливалась приточно-вытяжная вентиляционная установка с тремя ступенями фильтрации воздуха, воздухоохладителем, воздухонагревателем и парогенератором. Для реализации в климатической камере требуемого режима климатических испытаний в камере дополнительно устанавливались воздухоохладитель и воздухонагреватель.

Необходимо отметить, что в соответствии с требованиями к обеспечению класса чистоты в чистом помещении не допускается установка конструкций, являющихся пылесборниками, а так же не позволяющих осуществлять эффективную влажную уборку. Так, например, воздухоохладитель и воздухонагреватель, необходимые для проведения климатических испытаний, нельзя устанавливать непосредственно в помещении климатической камеры.

В соответствии с требованием о недопустимости выпадения конденсата на испытываемой аппаратуре системы вентиляции и системы проведения климатических испытаний [4-6] объединялись в одну, так как в противном случае разделения данных систем не позволял обеспечить теплоизоляцию климатической камеры от воздухопроводов системы вентиляции. Необходимо отметить, что при понижении температуры в климатической камере до отрицательных значений происходило охлаждение финишных фильтров и части воздухопроводов системы вентиляции. В этом случае на охлажденную поверхность из теплого влажного воздуха, оставшегося в воздухопроводах, происходило выпадение конденсата с последующим его замерзанием. Данный процесс может привести к выходу из строя финишных фильтров. Также при последующем нагреве выпавший конденсат может пролиться непосредственно в климатическую камеру и попасть на аппаратуру. Принципиальная схема системы вентиляции и системы проведения климатических испытаний показана на рис. 1.

В объединенной схеме система вентиляции и система проведения климатических испытаний имеют общие приточный и вытяжной вентиляторы, воздуховоды, фильтры, шумоглушители, воздушные заслонки.

При работе климатической камеры в режиме сборки аппаратуры работают приточный и вытяжной вентиляторы. Заслонки атмосферного воздуха приоткрыты для поступления в камеру свежего воздуха и обеспечения избыточного давления в помещении. В зависимости от времени года воздухоохладитель и воздухонагреватель подготавливают подаваемый в камеру воздух для поддержания заданного температурного режима в камере $22 \pm 2^\circ\text{C}$. Для поддержания относительной влажности воздуха $50 \pm 10\%$ в теплый период года избыток влаги высаживается на водяном воздухоохладителе, а в холодный период года воздух доувлажняется парогенератором, парораспределительные трубки которого монтируются в воздуховоде [6-9]. Конструкция парораспределительных трубок обеспечивает полное стекание из них жидкости при завершении работы парогенератора, что позволяет оставить данную конструкцию в воздуховоде при включении климатической камеры на режим охлаждения до отрицательных температур.

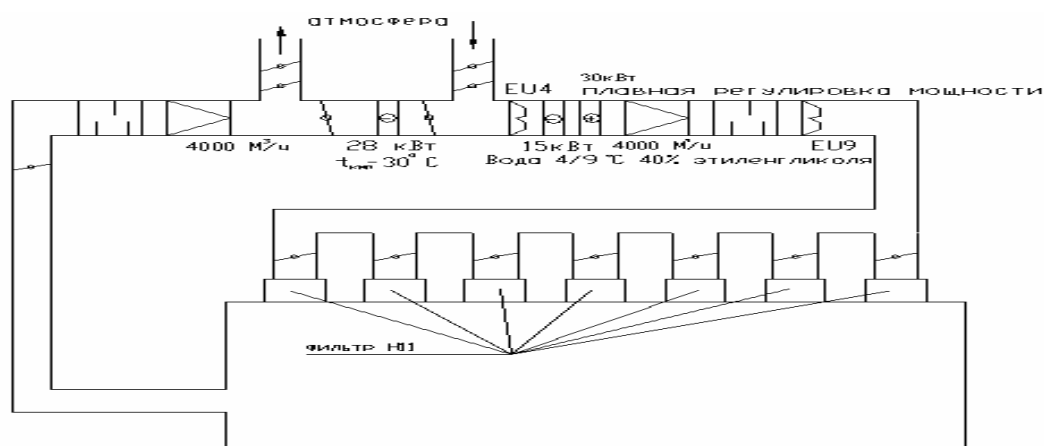


Рис. 1. Принципиальная схема системы вентиляции и системы проведения климатических испытаний

При включении климатической камеры в режим испытаний заслонки атмосферного воздуха закрываются, так как при испытаниях человек в камере отсутствует и требования к классу чистоты не предъявляются, что снимает требования на подачу в помещение атмосферного воздуха для поддержания избыточного давления в помещении и снабжение людей свежим воздухом.

При работе климатической камеры в режиме испытаний можно выделить два режима: режим охлаждения и режим нагрева.

В режиме охлаждения воздух можно охлаждать водяным воздухоохладителем (теплоноситель водо-гликолевой смесь с 40% содержанием этиленгликоля с температурой 4-9°C) и фреоновым воздухоохладителем (теплоноситель фреон R22 с расчетной температурой кипения -30°C). На водяном воздухоохладителе охлаждение воздуха происходит до температуры +10°C, процесс охлаждения происходит с высадкой влаги на воздухоохладителе, влагосодержание в воздухе снижается до 7,5 г/кг.

При достижении температуры воздуха в камере значения +10 °C происходит отключение водяного воздухоохладителя и включение компрессионной холодильной машины, имеющей холодопроизводительность 28 кВт при температуре кипения фреона R22 -30°C и температуре конденсации +50 °C. Учитывая, что в начальный период охлаждения холодильная машина выдаст значительно большую холодопроизводительность, чем требуется по расчету, была подобрана холодильная машина со ступенчатой регулировкой холодопроизводительности, имеющей возможность выдавать 25%, 50%, 75% и 100% холодопроизводительности. Компенсация "скачков" изменения температуры в климатической камере производится электрокалорифером с плавной регулировкой мощности. В режиме охлаждения при получении заданной температуры холодильная машина работает в постоянном режиме, а скорость изменения температуры 10 °C в час регулируется электрокалорифером. При обмерзании фреонового воздухоохладителя (испарителя) вентиляторы отключаются, все воздушные заслонки закрываются и включается электрооттайка испарителя. Испаритель имеет встроенные тэны для электрооттайки. Также производится подогрев поддона и подогрев слива дренажа, чтобы стекающий конденсат не замерзал в поддоне либо в дренажной трубе.

Режим нагрева производится электрокалорифером с плавной регулировкой мощности. При включении режима нагрева после режима охлаждения в обязательном порядке происходит электрооттайка фреонового испарителя. При режиме охлаждения наиболее холодным элементом системы является фреоновый испаритель, поэтому на нем происходит высадка влаги из охлаждаемого воздуха. Температура охлаждаемой аппаратуры выше температуры охлаждающего ее воздуха, поэтому выпадение конденсата на ней не происходит [4, 6]. При переключении на режим нагрева воздух начнет нагреваться, и влагосодержание в воздухе начнет расти за счет испарения сконденсировавшейся влаги на фреоновом испарителе. При этом температура аппаратуры будет ниже температуры воздуха, и на ней возможно выпадение конденсата. Во избежание выпадения конденсата на аппаратуре перед режимом нагрева после охлаждения производится электрооттайка фреонового испарителя с последующим удалением влаги в дренаж.

Компрессионная холодильная машина подбиралась для компенсации теплопритоков в климатическую камеру и воздухопроводы, тепловыделений от аппаратуры и для охлаждения аппаратуры и строительных конструкций

камеры до -20°C со скоростью 10°C в час. Большая холодопроизводительность холодильной машины вызвана необходимостью охлаждать с заданной скоростью строительные конструкции, воздухопроводы и вентиляционное оборудование, через которое проходит охлажденный воздух. Перечисленные элементы системы вентиляции климатической камеры являются "инерционной массой" и учтены в расчете требуемой холодопроизводительности из-за заданной скорости охлаждения.

При проведении электрооттайки и при нагреве воздуха в камере до температуры $+60^{\circ}\text{C}$ происходит нагрев фреона в испарителе, что приводит к повышению его давления и соответственно к выходу оборудования из строя. Для решения этой проблемы производилась откачка фреона компрессором из испарителя в ресивер с последующим его отсечением солеидным клапаном. Также в системе предусматривался предохранительный клапан, который "сравлиывает" фреон в случае превышения давления в систему предельно допустимых значений.

Регулировка работы климатической камеры производится в автоматическом режиме системой автоматики и диспетчеризации[1-5]. Схема оборудования климатической камеры в системе диспетчеризации показана на рисунке 2.

Вся информация о работе оборудования климатической камеры выводится на экран компьютера. С компьютера возможно управление работой оборудования климатической камеры и контроль за соответствием заданных параметров требуемым. Для минимизации теплопритоков в климатическую камеру в режиме охлаждения и теплопотерь в режиме нагрева в качестве корпусных конструкций были выбраны "сэндвич" панели с наполнением ППУ толщиной 0,12м.

Проведенные замеры концентрации частиц диаметром 0,5 мкм и 5,0мкм в климатической камере показали, что класс чистоты соответствует классу ИСО 8 в соответствии с ГОСТ ИСО 14644-1-2002.

Замеры параметров температуры и относительной влажности воздуха в режиме вентиляции показали, что параметры температуры и относительной влажности воздуха соответствуют требованиям (рис.3).

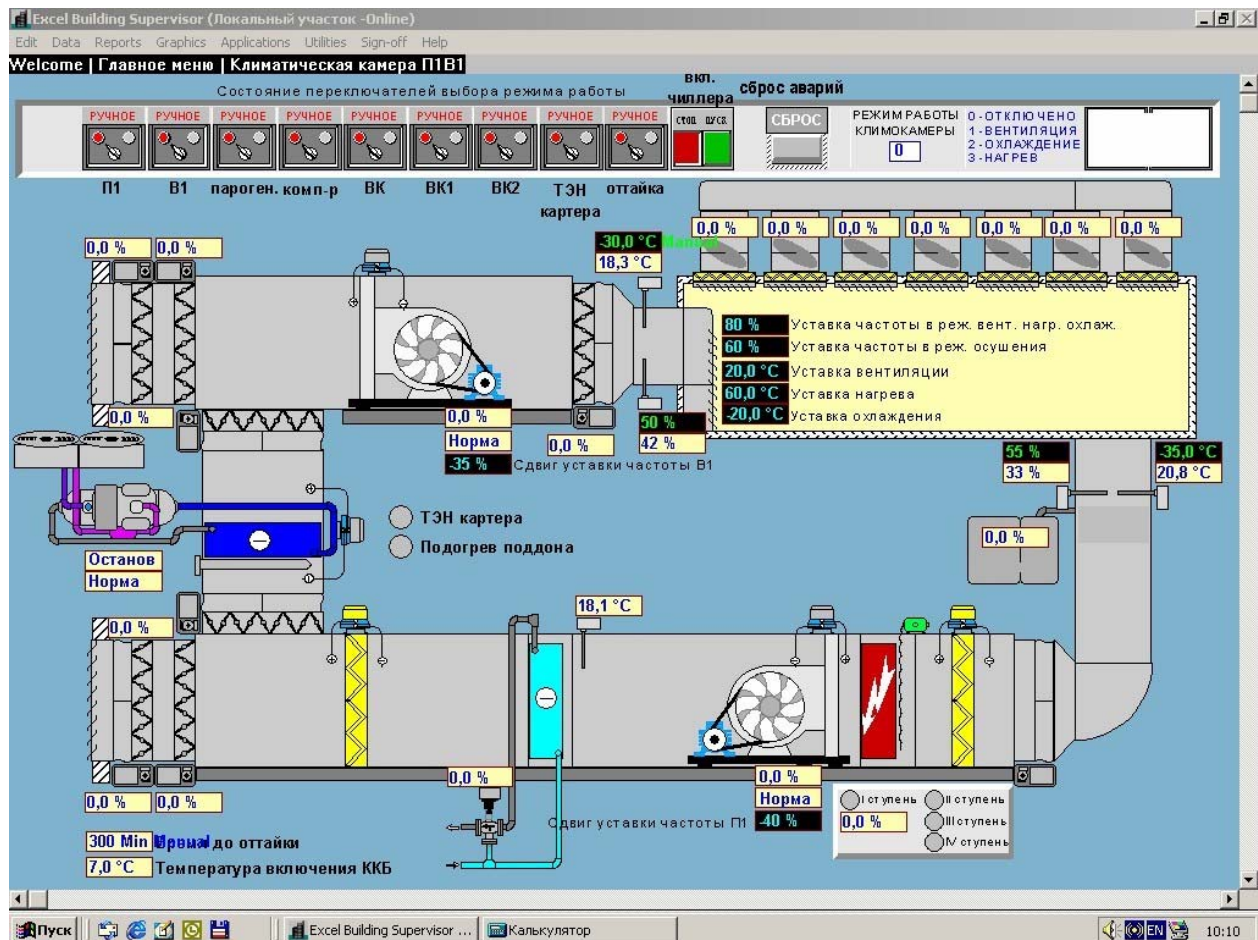


Рис. 2. Схема оборудования климатической камеры в системе диспетчеризации

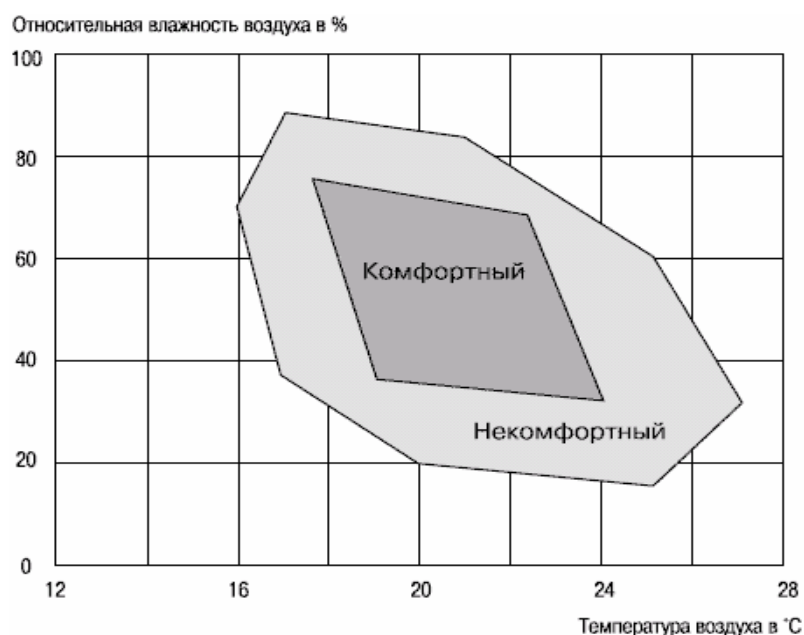


Рис. 3. Предпочтительные параметры температуры и относительной влажности камеры

Графики изменения температуры ($^{\circ}\text{C}$) и относительной влажности (%) воздуха в течение времени (час.) показаны на рисунке 4 (а,б). Замеры параметров температуры и относительной влажности воздуха проводились при температуре атмосферного воздуха -27°C .

Получение средней относительной влажности воздуха 45% за первый день эксплуатации при температуре атмосферного воздуха -27°C говорит о том, что подобранный парогенератор работает без запаса. По мере адсорбции влаги конструкциями корпуса относительная влажность воздуха повысится до расчетного значения 50%.

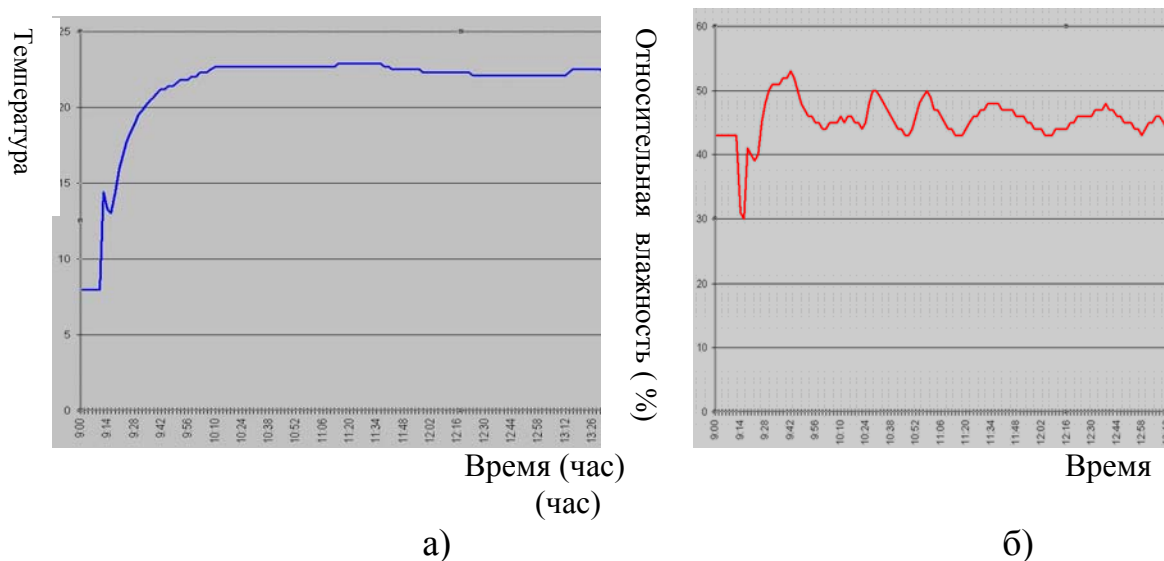


Рис. 4. Зависимости изменения температуры (а) и относительной влажности воздуха (б) от времени

Охлаждение климатической камеры проводилось двумя способами:

1. Холодильной машиной без регулировки скорости охлаждения электрокалорифером.
2. Холодильной машиной с регулировкой скорости охлаждения электрокалорифером.

График изменения температуры воздуха в камере в течение времени при охлаждении по первому варианту показаны на рисунке 5 и 6. Из графика видно, что охлаждение со скоростью 10°C в час происходит при охлаждении воздуха в камере до -10°C и ниже. При более высоких температурах высокая холодопроизводительность холодильной машины позволяет проводить охлаждение с более высокой скоростью.

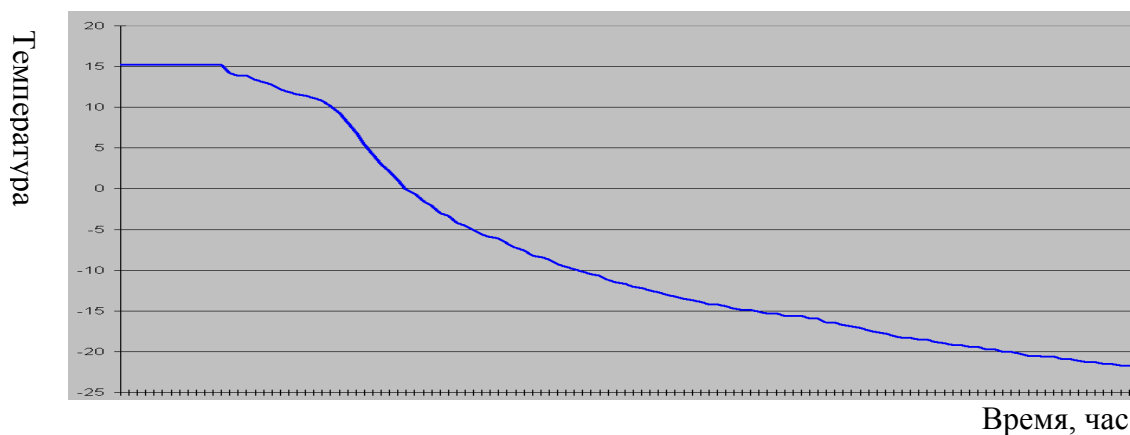


Рис. 5. Зависимость изменения температуры воздуха в камере от времени (час) при охлаждении по первому варианту.

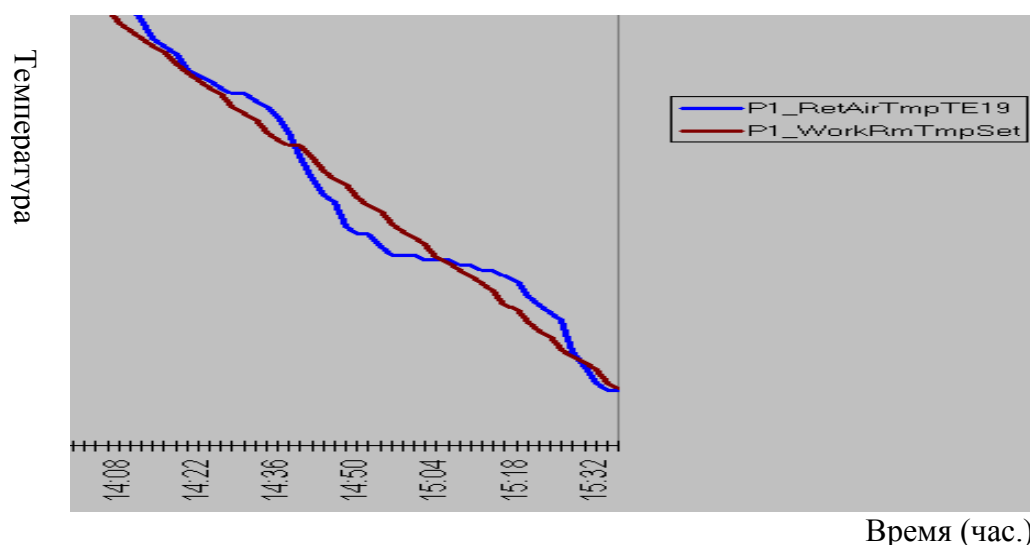


Рис. 6. Зависимости скорости изменения температуры (теория, расчет).

При регулировке скорости охлаждения электрокалорифером скорость охлаждения 10°C в час удастся поддерживать с точностью $\pm 2^{\circ}\text{C}$ (рис. 6). Указанная на графике прямая линия – расчетная скорость изменения температуры. Синусоида, колеблющаяся относительно прямой линии, – температура воздуха в камере при проведении охлаждения.

Нагрев климатической камеры проводился несколькими способами:

1. Нагрев от комнатной температуры воздуха в камере с его предварительной высадкой влаги без регулировки скорости нагрева.
2. Нагрев воздуха в камере с регулировкой скорости нагрева и проведением электрооттайки фреонового испарителя перед нагревом.
3. Нагрев воздуха в камере от температуры воздуха в камере -20°C без проведения электрооттайки фреонового испарителя.

При нагреве воздуха в камере по первому варианту была получена скорость нагрева больше 10°C в час. Это объясняется наличием запаса по мощности подобранного электрокалорифера. На рисунке 7 показан график

изменения температуры в камере в течение времени. Малиновая линия показывает температуру воздуха за электрокалорифером, синяя линия показывает температуру воздуха в камере, желтая линия показывает температуру воздуха за гликолевым воздухоохладителем. На рисунке видно, что при достижении 72°C нагрев воздуха калорифером прекращается. Это вызвано работой встроенной защиты электрокалорифера от перегрева.

При нагреве воздуха в камере по второму варианту скорость изменения температуры соответствует заданной заказчиком скорости нагрева 10°C в час. Фрагмент графика скорости изменения температуры воздуха в камере показан на рисунке 8.

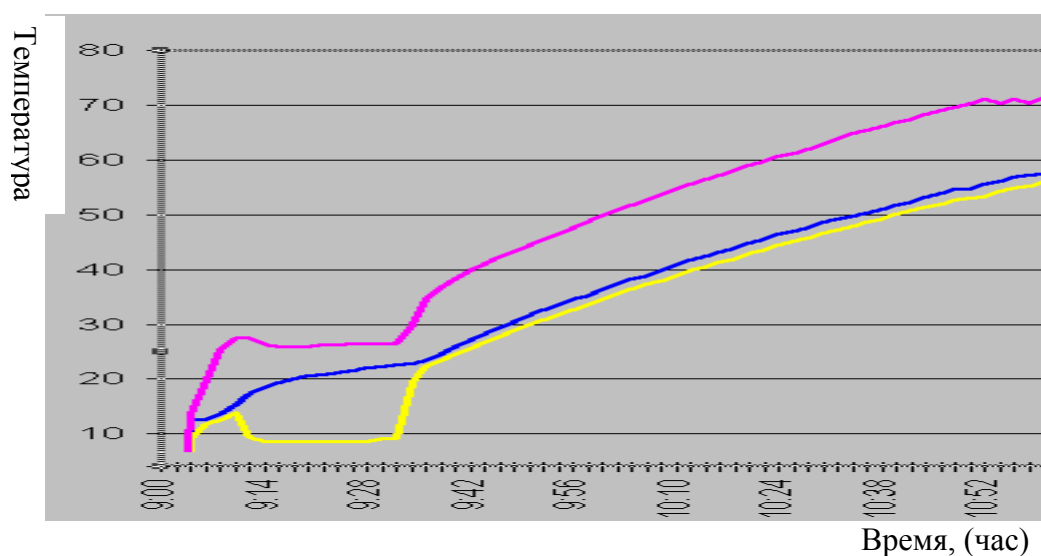


Рис. 7. Зависимость изменения температуры в камере от времени (первый вариант).

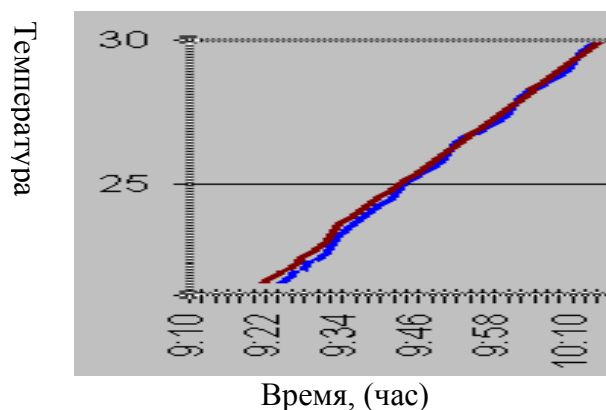


Рис. 8. Зависимость скорости изменения температуры воздуха в камере (второй вариант).

Нагрев воздуха по третьему варианту проводился для проведения эксперимента о выпадении конденсата на стенках камеры. Нагрев воздуха проводился от температуры -20°C до температуры $+20^{\circ}\text{C}$. Электрооттайка фреонового испарителя не проводилась. При отрицательной температуре воздуха в камере выпадение конденсата на стенах камеры не наблюдалось. При достижении положительных значений температуры воздуха на стенках камеры произошло обильное выпадение конденсата. Как и предполагалось при проведении исследований, в процессе охлаждения климатической испытательной камеры на фреоновом испарителе происходило выпадение конденсата с его последующим замерзанием. При переключении работы климатической испытательной камеры на режим "нагрев" замерзший конденсат стал оттаивать и растворяться в воздухе при достижении им положительных значений. Далее испарившаяся в воздух влага конденсировалась на стенах камеры, которые имели температуру более низкую, чем подаваемый в камеру воздух.

При теплотехнических испытаниях климатической камеры измерения плотности тепловых потоков проводилось при помощи отдельно изготовленных и отградуированных преобразователей теплового потока с термическим сопротивлением до $0,025-0,06 \text{ (м}^2\text{K)/Вт}$ и приборов, измеряющих э.д.с., генерируемую преобразователями.

Показателем завершения переходного режима теплообмена и возможности проведения измерений плотности теплового потока считалось повторяемость результатов измерения плотности тепловых потоков в пределах установленной погрешности измерения.

При измерении теплового потока в климатической камере с термическим сопротивлением менее $0,6 \text{ (м}^2\text{K)/Вт}$ одновременно измерялась с помощью термопар температура ее поверхности на расстоянии 100мм от преобразователя, под ним и температуру внутреннего и наружного воздуха на расстоянии 100мм от стенки. При использовании приборов ИТП-11 непосредственно по шкале прибора получают значение плотности тепловых потоков (Вт/м^2). При использовании отдельных преобразователей и милливольтметров для измерения э.д.с. плотность теплового потока, проходящего через преобразователь, q , Вт/кв.м , рассчитывают по формуле

$$q = cE$$

где c - градуировочный коэффициент преобразователя при температуре испытаний, $\text{Вт/(м}^2\cdot\text{мВ)}$; за среднюю температуру испытаний принимают температуру поверхности ограждающей конструкции под преобразователем; E - значение э.д.с., мВ .

За результат определения плотности теплового потока принимали среднее арифметическое значение результатов пяти измерений при одном положении преобразователя на ограждающей конструкции.

Прибор ИТП-11 представляет собой совокупность преобразователя теплового потока в электрический сигнал постоянного тока с измерительным устройством, шкала которого проградуирована в единицах плотности теплового потока.

Пределы измерения плотности теплового потока: 0-50; 0-250 Вт/м².

Цена деления шкалы прибора: 1; 5 Вт/м².

Основная погрешность прибора в процентах при температуре воздуха 20°C.

Дополнительная погрешность от изменения температуры преобразователя теплового потока не превышает 0,83% на 10 К (°C) изменения температуры в диапазоне от 273 до 243 К (от 0 до минус 30 °C).

Термическое сопротивление преобразователя теплового потока - не более $3 \cdot 10^{-3}$ (кв/м·К)/Вт.

Время установления показаний - не более 3,5 мин.

При градуировке пространство между термостатирующей плитой установки и эталонным образцом за пределами преобразователя заполнялось материалом, близким по теплофизическим свойствам к материалу преобразователя, с тем, чтобы обеспечить одномерность проходящего через него теплового потока на рабочем участке установки.

Среднюю температуру в опытах при градуировке преобразователя выбирали в интервале от 243 до 323 К (от минус 30 до плюс 50°C) и выдерживать ее с отклонением не более ± 2 К (°C).

За результат определения коэффициента преобразователя принимали среднее арифметическое значение величин, вычисленных по результатам измерений не менее чем 10 опытов. Число значащих цифр в значении градуировочного коэффициента преобразователя берется в соответствии с погрешностью измерения.

За результат определения температурного коэффициента преобразователя принимали среднее арифметическое значение плотности, вычисленное по результатам не менее чем 10 опытов с различной средней температурой преобразователя.

Проведенные исследования показали, что:

1. Использование электрокалорифера с плавной регулировкой мощности позволяет осуществить заданную скорость охлаждения воздуха.

2. Использование компрессионной холодильной машины и фреонового воздухоохладителя для охлаждения воздуха с заданной скоростью не целесообразно. Заданную скорость охлаждения 10°C в час удалось получить лишь при компенсации работы фреонового воздухоохладителя электрокалорифером с плавной регулировкой мощности.

3. Для возможности регулирования скорости охлаждения воздуха рекомендуется использовать систему "чиллер – водяной воздухоохладитель".

Указанная система имеет неоспоримые преимущества при регулировке скорости охлаждения воздуха и поддержании заданной температуры воздуха.

В случае охлаждения или нагревания климатической испытательной камеры с заданной скоростью, а также при требуемой холодопроизводительности холодильной машины и мощности воздухонагревателя - необходимо включать в расчет "инерционную массу" конструкций камеры, воздуховодов и вентиляционных установок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Языков В.Н. Теоретические основы проектирования судовых систем кондиционирования воздуха. –Л.: Судостроение, 1967.
2. Юрманов Б.Н. Автоматизация систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. –Л.: Стройиздат, 1976.
3. Уонг Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров. Пер. с англ. Справочник. –М.: Атомиздат, 1979.
4. Сотников А.Г. Системы кондиционирования воздуха с количественным регулированием. –Л.: Стройиздат, 1976.
5. Рымкевич А.А., Халамайзер М.Б. Управление системами кондиционирования воздуха. –М.: Машиностроение, 1977.
6. Преображенский В. П. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник для вузов по специальности "Автоматизация теплоэнергетических процессов"— Москва: "Энергия", 1978.
7. Нестеренко А.В. Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха. –М.: Высшая школа, 1971.
8. Мурашко В.П. Метод расчета воздухо-воздушных теплообменников с учетом конденсации водяных паров. –М.: –Труды МВТУ им. Н.Э. Баумана, -1986. №460.
9. Ловцов В.В. Системы прецизионного кондиционирования воздуха. –Л.: Стройиздат, 1971.

УДК 622.285

*Г.Д. БУЯЛИЧ, д.т.н., проф.,
В.В. ВОЕВОДИН, старший преподаватель, к.т.н.,
К. Г. БУЯЛИЧ, ассистент
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ СИЛОВОГО ГИДРОЦИЛИНДРА НА ЕГО ЧАСТОТУ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ

Частота собственных колебаний силового гидроцилиндра является одним из важных параметров гидростойки механизированной крепи, поскольку определяет диапазон скоростей нагружения при динамических осадках основной кровли, при которой могут наблюдаться резонансные явления, приводящие к разрушению конструкции рабочего цилиндра.

Для исследования этого явления была разработана трёхмерная конечно-элементная параметрическая модель силового гидроцилиндра, которая позволяет определять значения частот собственных колебаний в зависимости от следующих параметров: давления в поршневой полости (P), раздвижности, внутреннего диаметра, длины и толщины стенки цилиндра. Для исследований была выбрана трёхмерная модель, т.к. использование двумерной осесимметричной или трёхмерной с плоскостями симметрии моделей не позволяет определить частоты собственных поперечных колебаний, а также тем, что при этом могут появиться ложные значения частот, вызванные использованием плоскостей симметрии. Кроме выше перечисленных параметров в модели также задаются свойства материала в виде модуля Юнга, коэффициента Пуассона и плотности.

Давление в поршневой полости гидростойки имитировалось трёхмерной распределённой нагрузкой (давлением), приложенной к внутренней стороне цилиндра на расстоянии от поршня до доньшка цилиндра, а также к самому доньшку. В верхней части опоры накладывались ограничения на перемещения в радиальном направлении, имитируя взаимодействие гидростойки с опорной поверхностью (верхняк или основание). Поиск частот собственных колебаний проводился в диапазоне от 0 до 1000 Гц.

Исследования проводились на примере силового гидроцилиндра гидростойки крепи М130 I типоразмера с внутренним диаметром 0,2 м, толщиной стенки цилиндра 0,0225 м, длиной цилиндра 1,165 м, раздвижностью 0,885 м. Давление в поршневой полости варьировалось от 0 до 150 МПа.

Расчёты проводились в два этапа. На первом определялись предварительные напряжения при заданном давлении и раздвижности, а на вто-

ром - непосредственно значения частот и формы собственных колебаний с учётом этих напряжений.

Результаты расчётов показали, что в данном диапазоне частот находится только две формы колебаний: поперечная и осевая. На рисунках 1 и 2 приведены зависимости частоты собственных колебаний от давления в поршневой полости. Проведенный регрессионный анализ, показал, что зависимости частоты собственных поперечных и осевых колебаний от давления в поршневой полости близки к прямолинейным и выражаются уравнениями:

$$H_n = -5,9 \cdot 10^{-9} \cdot P + 524,81$$

$$H_o = -2,5 \cdot 10^{-9} \cdot P + 823,18,$$

где H_n и H_o – соответственно значения частот собственных поперечных и осевых колебаний, Гц;

P – давление рабочей жидкости в поршневой полости, Па.

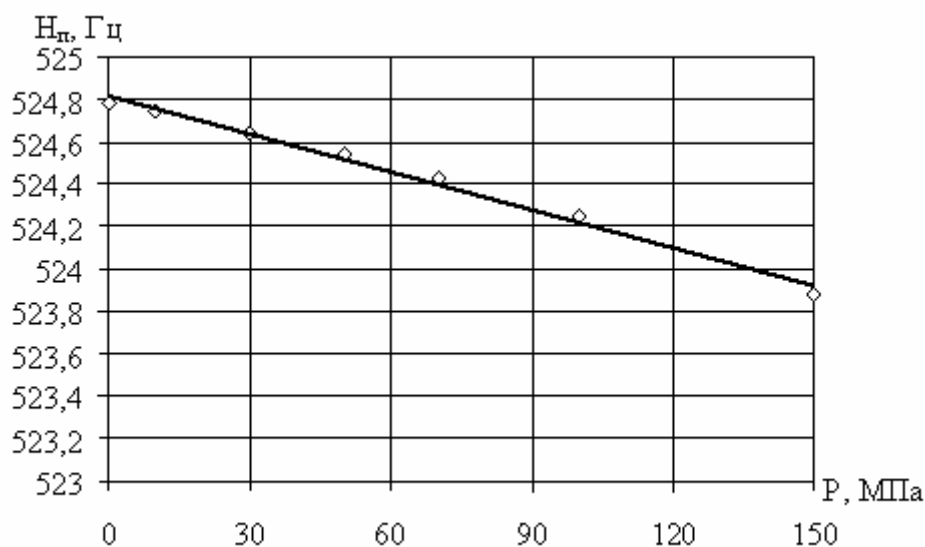


Рис. 1. Зависимость частоты собственных поперечных колебаний от давления в поршневой полости

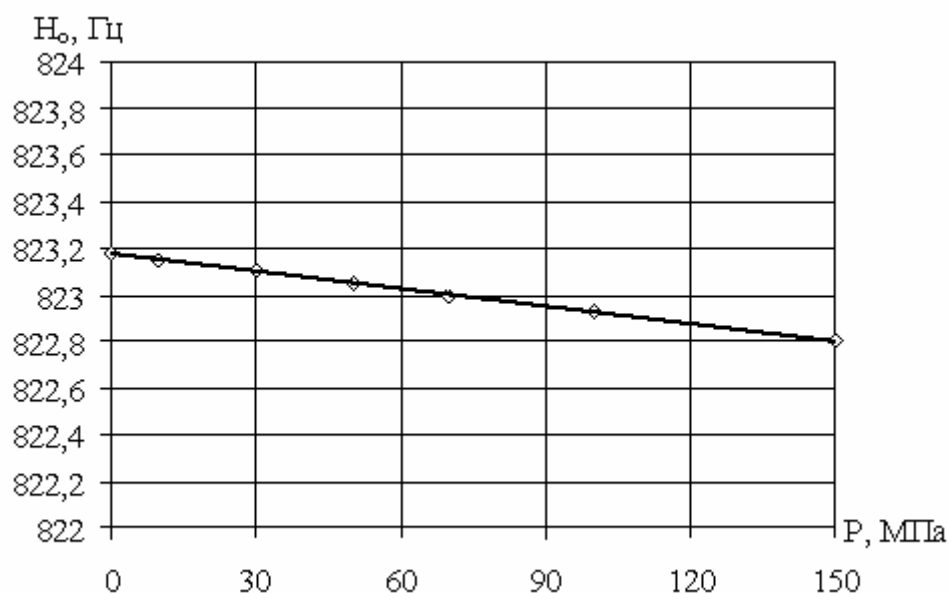


Рис. 2. Зависимость частоты собственных осевых колебаний от давления в поршневой полости

Как видно из полученных зависимостей давление в поршневой полости практически не оказывает влияния, т. к. при его изменении от 0 до 150 МПа наибольшая разница значений частот собственных поперечных колебаний составила чуть менее 1 Гц, а осевых около 0,38 Гц. Следовательно, при расчетах на стадии проектирования этим параметром можно пренебрегать.

УДК 628.517

*Я.А. СЕРИКОВ, к.т.н., проф.,
Е.М. ПАРХОМЕНКО, аспирант*

*Харьковская национальная академия городского хозяйства
Украина, г. Харьков*

АНАЛИЗ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК, КАК ИСТОЧНИКОВ ШУМА

Постоянное развитие энергетики является гарантией экономически стабильного развития государства. В этом плане развитие и применение нетрадиционных источников энергии есть одним из направлений решения этой задачи. Оно получило широкое распространение во всём мире не только по этой причине, но и вызвано обострением проблемы глобального

потепления и загрязнения окружающей среды, а также топливно-энергетическим кризисом.

Одним из направлений решения этой проблемы является ветроэнергетика. Использование ветроэнергетических установок позволяет внести существенный вклад в охрану окружающей среды, экономить традиционное топливо. На сегодня общий годовой технически достижимый энергетический потенциал возобновляемых источников энергии Украины в пересчете на условное топливо (у. т.) составляет около 63 млн. т. у. т. Территориальное расположение Украины представляет широкие возможности для строительства ВЭС.

Одним из наиболее существенных негативных факторов, наблюдаемых при работе ВЭС, является повышенный уровень шума. Причем, при анализе влияния шума ВЭС необходимо учитывать степень отрицательного воздействия на персонал, селитебную зону населенных пунктов, расположенных в зоне ВЭС, а также фактор, связанный с потенциалом негативного экологического эффекта ветротурбины. Так, например, в непосредственной близости от ветрогенератора в осе ветроколеса уровень шума достаточно мощной ветроустановки может превышать 100 дБ, а изменение турбулентности атмосферного воздуха достаточно активно влиять на флору окружающей среды. Для сравнения в табл. 1 указаны данные уровней шума от различных источников. Для дальнейшего анализа приведем схему расположения источника шума (ВЭС), приемника (селитебная или промышленная зона населенного пункта) и распространения фронта звуковой волны. Степень негативного влияния ВЭС по фактору шума зависит от таких основных факторов:

1. Уровня интенсивности, частоты, спектральной характеристики ВЭС в комплексе, как источника шума.
2. Характеристик источников шума, которые являются составляющими блоками ВЭС.
3. Характера местности и почвы между излучателем и приемником.
4. Природы приемника шума.
5. Расположения приемника шума относительно источника.

Анализ литературных данных показывает, что при работе ветроэнергетической установки генерируется четыре типа шума, отличающихся временными и спектральными характеристиками: тональный, широкополосный, низкочастотный и импульсный. Рассмотрим более подробно каждый из этих типов в плане конкретизации источников их возникновения на ВЭС.

1. Тональный. Этот тип шума определяют, как звук на дискретных частотах. Он вызывается такими факторами ВЭС: трение шестерёнок зубчатых передач; аэродинамическая неустойчивость взаимодействия воздуха с поверхностью лопастей ротора; непостоянные потоки воздуха, которые протекают через отверстия, разрезы или прямолинейно конечный край

лопасти.

2. Широкополосный. Относительно ВЭС, как источника, это шум, характеризуется непрерывным распределением спектра звукового давления с частотами выше 100 Гц. Он вызывается взаимодействием лопастей ветротурбины с атмосферной турбулентностью воздуха и описывается в литературе, как "сопровождающейся свистом".

3. Низкочастотный. Это шум с частотами в диапазоне 20 - 100 Гц. Он генерируется ротором со стороны ветрового потока (турбина с ротором располагается на подветренной стороне опоры ВЭС). Этот шум вызывается столкновением лопасти турбины со встречным потоком воздуха, который движется вокруг опоры.

4. Импульсный. Этот тип шума физически представляется короткими акустическими импульсами или ударяющими звуками (длительностью не более 1 с), которые изменяются по амплитуде во времени. Он вызывается взаимодействием лопастей ветротурбины с нарушенным воздушным потоком, протекающим вокруг опоры ВЭС.

Шум, воспроизводимый ветротурбинами, по природе возникновения классифицируется на такие две категории:

1) Механический шум, возникающий вследствие взаимодействия механических элементов ВЭС.

2) Аэродинамический шум, произведенный потоком воздуха при взаимодействии с лопастями.

Как указано выше, механический шум является производной относительного движения соприкасающихся механических деталей. Источниками такого шума на ВЭС могут быть:

1. Редуктор.
2. Генератор.
3. Вентиляторы охлаждения.
4. Вспомогательное оборудование (например, гидравлические системы ВЭС).

Аэродинамический шум является широкополосным. Он возникает от потока воздуха,

который образуется вокруг лопастей ВЭС. Исследования показывают, что уровень этого вида шума на практике увеличивается с частотой вращения ротора.

Аэродинамические механизмы шумообразования ВЭС, в свою очередь, подразделяются на такие три группы:

1. Низкочастотный шум, который генерируется при столкновении вращающейся лопасти турбины с потоком воздуха.

2. Засасывающий шум турбулентности, который зависит от общей атмосферной турбулентности воздуха. Флуктуации турбулентности атмосферного воздуха могут приводить к значительному усилению или к некоторо-

му случайному местному изменению давления вокруг лопастей, что влечет за собой изменение уровня засасывающего шума.

3. Собственный шум лопасти турбины - группа шумов, образованная от воздействия воздушного потока с поверхностью лопасти. Этот тип шума имеет обычно широкополосный характер. Тональная его составляющая может возникнуть вследствие прохождения воздушного потока сквозь щели и отверстия в конструкции.

В заключение следует отметить, что законы, принятые в Великобритании, Германии, Нидерландах и Дании, ограничивают уровень шума от работающей ВЭС до 45 дБА в дневное время и до 35 дБА ночью. Этими законами нормируется также и минимальное расстояние от ВЭС до жилой зоны, которое должно составлять > 300 м.

Освоение ветроэнергетики находится в стадии развития и требует значительных усилий, как со стороны государства, так и разработчиков и исследователей. Причем, наряду с решением организационных, экономических и технических задач на этапе проектирования новых и при эксплуатации существующих ВЭС должны решаться и задачи охраны труда. Так, классификация источников шума ВЭС позволит конкретизировать задачи снижения шума агрегатов ВЭС, разработки необходимых методов и средств защиты персонала и окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коробко Б. Энергетика та сталий розвиток. К.: 2006 р.
2. Програма Державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики. – К., 1997.
3. "Wind Turbine Acoustic Noise", Renewable Energy Research Laboratory, Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Massachusetts at Amherst Amherst.

УДК 62

*А.Б. ТРЯПИЦЫН, докторант, к.т.н., доц.,
Южно-Уральский государственный университет
Россия, г. Челябинск*

ПРОБЛЕМА ТЕРМИНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ МЕНЕДЖМЕНТА РИСКА В АСПЕКТЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Многие современные ученые отмечают, что сегодня мы живем не в индустриальном или постиндустриальном обществе, а в обществе риска.

Понятие "общества риска", как общества, возникающего из индустриального, было введено Ульрихом Беком [1]. Фактически, общество риска можно рассматривать как вид общества индустриального, поскольку многие из этих рисков связаны с индустриальным развитием.

Центральным вопросом в классической современности было богатство и способы его распределения. В эпоху развитой современности центральным вопросом является риск и способы его предотвращения, минимизации и управления. Мечтой классового общества было достижение позитивной цели равенства, в поисках этой цели люди достигали солидарности. В обществе риска люди достигают солидарности в попытке уберечь себя от опасностей, ущерб от которых все больше [1].

Основным количественным критерием, позволяющим оценить степень достижения цели избавления от опасности в современном обществе, стал риск. Широкая область применения этого понятия: техника, экономика, медицина и др., разнообразие видов рисков по объекту риска и источнику риска породили определенные трудности в процессе внедрения методов "избавления от опасности" на основе количественного критерия риск. Большое количество публикаций, в которых упоминается слово "риск" (в том числе и в устойчивых словосочетаниях) приводит к путанице в терминологии применительно к обеспечению безопасности. Появившиеся нормативные документы [2,3,4], в которых водятся термины и определения, характеризующие менеджмент риска в аспекте безопасности пока не в полной мере решают проблему методологии в области управления риском. Так, определение "управления риском" согласно [2] не дает четкого представления об этом процессе.

Теория риска в нашей стране интенсивно развивается, однако, многие ее основополагающие положения остаются дискуссионными. За рубежом методология "риск-анализа" получила широкое развитие. Однако в России до недавнего времени были известны лишь отдельные положения этой методологии при отсутствии единого методического комплекса, включающего взаимосвязанные процедуры расчета всех составляющих риска. В вопросах методологии исследований риска так же, как и в самом понятии риска, нет единого подхода [5]. Дискуссии о том, что включает анализ риска, оценка риска, управление риском, не закончены и по сей день. Так в [3] анализ риска является одним из этапов оценки риска, в то время как в [4] оценка риска входит в анализ риска в качестве одного из его этапов. В некоторых публикациях вообще не считают нужным разделять оценку риска, оценивание риска и оценку величины риска, в то время как в [3] это абсолютно разные этапы менеджмента риска.

До сих пор нет единого определения самого понятия "риск". Очень часто термин "риск" употребляется как тождественный термину "опас-

ность" или как синоним вероятности. В научной литературе можно встретить следующие понятия риска [5]:

- потенциальная опасность;
- ситуация с неопределенностью;
- функция распределения отклонения;
- действие при наличии альтернатив;
- взаимодействие с потенциальными опасностями;
- условия или набор условий, которых следует избегать;
- вероятности событий: смерти, болезни, аварий, катастроф;
- вероятность события, умноженная на его последствия;
- функция ожидаемой продолжительности жизни;
- ущерб: природным средам, здоровью, материальным ценностям;
- математическое ожидание: сокращение продолжительности жизни, смерти и др.

Можно утверждать, что существует огромное многообразие определений риска, и на междисциплинарном уровне вряд ли возможно ввести унифицированное понятие риска, которое могло бы быть приемлемо для любой научной области исследований. Следует каждый раз подчеркивать смысловое содержание, вкладываемое в этот термин, что не всегда делается в научных публикациях. В [2] риск – сочетание вероятности события и его последствий.

В последнее время появился целый ряд публикаций [6,7], в которых критикуется сам подход к управлению риском. В этих публикациях отмечается, что риск не является объектом или процессом и не может, следовательно, являться объектом управления. Риск не может функционировать, и у него нет результатов функционирования: управлять риском как таковым невозможно. В одной из публикаций [7] автор весьма образно сравнивает специалиста, управляющего риском, с "заклинателем стрелки спидометра автомобиля", пытаясь указать на неприемлемость, с его точки зрения, использовать словосочетание "управление риском".

Авторы подобных статей почему-то забывают о целом ряде словосочетаний активно используемых при эффективном управлении большинством технических систем: "управление током", "управление напряжением", "управление частотой". Очевидно, что электрический ток и электрическое напряжение или частота на выходе преобразователя не являются ни объектами, ни процессами. Это параметры, характеризующие процесс функционирования электропривода.

На наш взгляд такие понятия, как управление напряжением, током и т.д. возникли вследствие ускорения ритма жизни нашего общества, в качестве профессионального сокращения фраз "управление электроприводом по контуру напряжения", "управление электроприводом по контуру тока" и т.д. Исходя из этого, фразу управление риском можно рассматривать так же как профессиональное сокращение фразы "управление человеко-

машинной системой в аспекте безопасности на основе количественного критерия риск". Следует отметить, что каждый специалист, использующий фразу "управление риском" должен понимать и указывать в публикации, что его управляющие воздействия направлены на источник риска (реже на объект риска), а не непосредственно на риск.

В последнее время наряду со словосочетанием "управление риском" активно применяется словосочетание "менеджмент риска". Слово менеджмент может быть переведено на русский язык как управление, поэтому в ряде публикаций понятия управление и менеджмент являются тождественными. Это снова создает сложности в анализе, т.к. в нормативных документах [2,3] управление риском является частью менеджмента риска.

В [2] отсутствует понятие "полезности", введенное еще Д. Бернулли, без которого, на наш взгляд, невозможно обеспечить эффективный менеджмент риска. На наш взгляд, понятие "полезность" в [2] не используется сознательно, т.к. рискуют одни, а пользу от этого получают совсем другие члены нашего общества.

Таким образом, без создания терминологии в области менеджмента риска невозможно обеспечить устойчивое развитие "общества риска".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну: Монография. – М: Изд-во: Прогресс-Традиция, 2000. – 384 с.
2. ГОСТ Р 51897-2002. Менеджмент риска. Термины и определения.
3. ГОСТ Р 51901.1-2002. Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем.
4. РД 03-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов.
5. Левашов СП. Безопасность человека в техносфере: теоретические и прикладные проблемы анализа: Монография. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2009. – 232 с.
6. Гражданкин А.И. О безопасности труда на периферии прогресса // Охрана труда и социальное страхование. – 2008. - №12. – с.23-30.
7. Гражданкин А.И. Безопасность техносферы и управление риском. Мифы и реальность// Стандарты и качество . - 2009. -№4- с.84-89.

УДК 622.8

*В.М. ТАРАСОВ, генеральный директор
ООО "Ривальс СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"
Россия, г. Кемерово*

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ
ДИЗЕЛЬ-ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЛОКОМОТИВОВ И НАВЕСНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ ПРИ ВНЕДРЕНИИ
ИННОВАЦИОННОГО СПОСОБА СТРОПОВКИ И
ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГРУЗА**

The paper reviews innovative method of cargo slinging and transfer in space-limited environment of mine opening, application of which would allow reducing depreciation, improving effectiveness of cargo transfer operations, productivity and safety of miners.

Ключевые слова: горная выработка, инновационный способ строповки и перемещения груза, эффективность и безопасность.

Уголь приобретает все большее значение в системе энергетической безопасности России, а возникший мировой кризис, начавшийся как финансовый, все более перерастает в экономический и усложняет и без того напряженную ситуацию, складывающуюся в основных отраслях промышленности. Президент России Д.А. Медведев отметил, что "мы в сегодняшних непростых условиях, вызванных кризисом, ни на один день не должны откладывать решение задач, которые служат дальнейшему развитию нашей экономики... Мы обязаны быть на переднем крае инноваций в основных сферах экономики и общественной жизни... В сложившихся условиях как никогда надо действовать на опережение... Внедрять самые передовые технологии. Такой подход — это и есть одно из лучших антикризисных "лекарств".

Так как уголь — главный ресурс Кузбасса, то перед горняками встает масштабная задача по наращиванию объемов его добычи. Решение этого вопроса в значительной мере зависит от уровня механизации производственных процессов, качества горных машин и механизмов, комплексов и технико-экономических показателей их работы.

В течение многих лет в шахтах при погрузочно-разгрузочных работах применяют дизель-гидравлические локомотивы и навесное оборудование для перевозки груза по горным выработкам.

Отечественная и зарубежная практика показывает целесообразность использования монорельсовых дорог с канатной и локомотивной тягой. Предпочтение, как правило, отдается второй, поскольку она обеспечивает более высокую безопасность эксплуатации, возможность работы на раз-

ветвленных линиях, бесперегрузочное и бесперецепочное транспортирование и другие преимущества. Дизелевозы, предназначенные для транспортирования людей и грузов по протяженным подземным выработкам по монорельсовым дорогам, разрабатываются с учетом различных факторов: взрывоопасность производственной среды, стесненность выработанного пространства и значительные уклоны путей перемещения. Применение их в таких условиях значительно облегчает труд горняков и повышает его безопасность.

В свете новых задач, стоящих перед угольными предприятиями, возникает необходимость постоянного совершенствования технологических процессов, в том числе работы дизель-гидравлических локомотивов и навесного оборудования.

Эффективность функционирования транспортного средства в большой степени обусловлена конструкцией и параметрами системы подвешивания ходовой части. Эксплуатационные характеристики (сила тяги и торможения, динамическая нагрузка на элементы механической системы, устойчивость и безопасность движения) в значительной мере зависят от системы подвешивания, являющейся наименее долговечным узлом конструкции шахтного локомотива и гидроподъемников, что приводит к значительным затратам на ремонт.

Чтобы понять существенное преимущество предлагаемого способа перемещения груза по горной выработке, обратимся к известным понятиям о трении [1]. Итак, трение внешнее (или кинематическое) — это когда взаимодействие между телами возникает при их соприкосновении, препятствуя относительному перемещению. В зависимости от характера относительного движения тел различают трение скольжения и трение качения, в чистом виде оно встречается только в случае, когда линия или точка соприкосновения трущихся тел совпадает с мгновенной осью вращения катящегося тела [1].

Внешнее трение между движущимися телами называется кинематическим, а между взаимно неподвижными телами — трением покоя и проявляется в том, что для возникновения относительного перемещения двух соприкасающихся тел к одному из них нужно приложить внешнюю силу $F > F_0$, где F_0 — так называемая предельная сила трения покоя. Отсутствие взаимного перемещения тел при $F \leq F_0$ называется явлением застоя. Оно широко используется в технике для передачи усилий от одних деталей машин к другим (ременные передачи, фрикционные муфты и т.д.) [1].

Сила трения скольжения при сухом трении вызывается в основном механическим зацеплением между неровностями поверхностей тел, сцеплением между молекулами обоих тел в местах непосредственного соприкосновения. По закону Амонтона приближенно можно считать, что сила

трения скольжения $F_{т.с}$ прямо пропорциональна силе нормального давления N между поверхностями трущихся тел:

$$F_{т.с} = f_{т.с}N, \quad (1)$$

где $f_{т.с}$ — коэффициент трения скольжения (зависит от свойств материала тел, качества обработки поверхностей трущихся тел, наличия на них загрязнений, скорости скольжения и т.д.). Поэтому $f_{т.с}$ определяют на основе экспериментальных данных, полученных для случаев, сходных с рассматриваемой задачей.

Коэффициент f_0 , соответствующий предельной силе трения покоя, обычно больше коэффициента кинематического трения. Часто вместо $f_{т.с}$ используют угол трения φ , связанный с $f_{т.с}$ соотношением $\operatorname{tg}\varphi = f_{т.с}$. Угол $\varphi_0 = \operatorname{arctg}f_0$ равен такому же наименьшему углу наклона плоскости к горизонту, при котором лежащее на ней тело начинает скользить вниз под действием силы тяжести [1].

Более точным является двучленный закон трения, установленный на основе учета влияния сил притяжения между молекулами трущихся тел:

$$F = \mu(N + Sp_0), \quad (2)$$

где μ — истинный коэффициент трения; S — общая площадь всех областей непосредственного контакта между телами; p_0 — добавочное давление, вызванное силами молекулярного притяжения.

При качении по плоской поверхности тел, имеющих форму круглых цилиндров или шаров, помимо упругих, возникают и пластические деформации [1]. Поэтому линия действия силы реакции R плоскости не совпадает с линией действия силы нормального давления N . Нормальная к плоскости составляющая R_n силы реакции R численно равна N , а горизонтальная составляющая F представляет собой силу трения качения $F_{т.к}$. В первом приближении можно считать (закон Кулона), что

$$F_{т.к} = kN/r, \quad (3)$$

где k — коэффициент трения качения (зависит от материала тел, состояния их поверхностей и др. факторов); r — радиус катящегося тела.

Схема качения тел по плоской поверхности показана на рис. 1. Силы R_n и N , приложенные к катящемуся телу, создают вращающий момент M , который можно определить по следующей формуле:

$$M = F_{т.к}r = kN. \quad (4)$$

В действующей схеме строповки груза на гидроподъемниках движение трения качения происходит между нижней полкой монорельсовой балки и роlikоопорами подвесных кареток гидроподъемника и только в горизонтальной плоскости. Дизель-гидравлический локомотив с навесным оборудованием и сила тяги $F_{тяг}$, приложенная к гидроподъемникам, стремятся занять прямолинейное положение в пространстве с массой подвешенного груза на гидроподъемниках, не говоря уже о том, что при подъеме груза в наклонной выработке вверх возникает отрицательная сила реакции R плос-

кости, в результате чего рабочие колеса гидроприводов и роlikоопор кареток проскальзывают. Сила тяги, приложенная к гидроподъемникам, раскладывается на три составляющие: пробуксовка (40 %); преодоление силы реакции R (40 %); качение (20 %). Действующая схема строповки и перемещения груза в горной выработке показана на рис. 2.

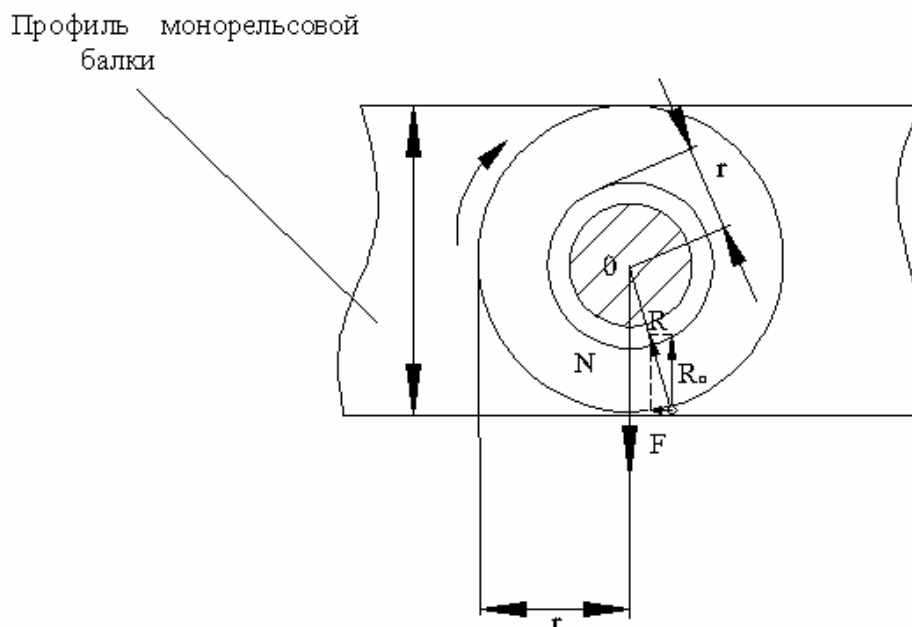


Рисунок 1. Схема качения тел по плоской поверхности

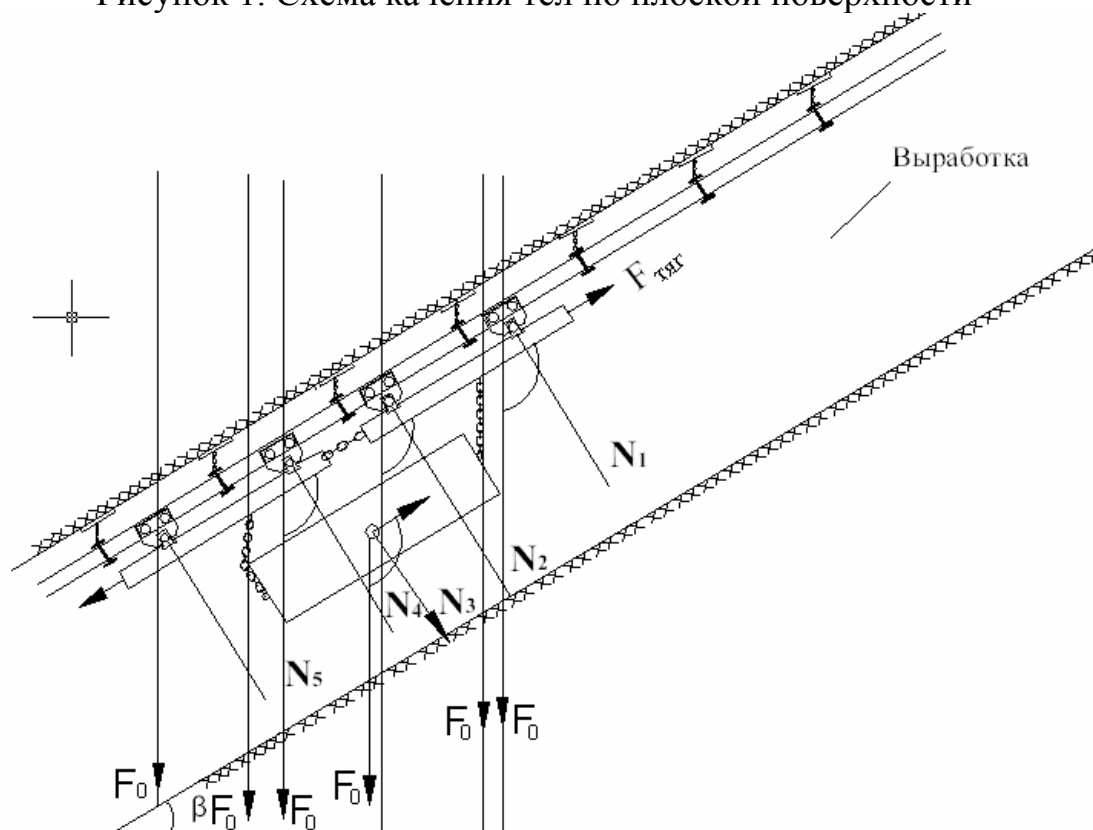


Рисунок 2. Действующая схема строповки и перемещения груза

Предлагаемая схема строповки груза способствует динамическому поступательному движению и осуществляется при одновременном действии трения скольжения и трения качения [2, 3, 4]. Основной элемент движения — трение скольжения, а трение качения используется между нижней частью балки и роlikоопорами кареток гидроподъемника. При такой строповке груза в горной выработке взаимодействие всех подвижных тел подвижной системы можно сравнить условно с планетарным механизмом. Приложенная к гидроподъемнику сила тяги выводит систему из устойчивого положения равновесия, а груз, подвешенный на уравнильных блочках и зафиксированный в пространстве, будет занимать устойчивое положение относительно смещенного центра сходящихся сил. Гидроподъемник в этом случае будет служить водилом, уравнильные блочки — сателлитами, а центр сходящихся сил — солнцем; окружности, образующиеся относительно центра сходящихся сил — солнцем и сателлитами (венцами). Груз, закрепленный на сателлитах, будет стремиться занять устойчивое положение равновесия — состояние покоя. Таким образом, сила $F_{т.с}$ прямо пропорциональна силе нормального давления N между поверхностями трущихся тел. Новая схема строповки и перемещения груза в горной выработке приведена на рис. 3.

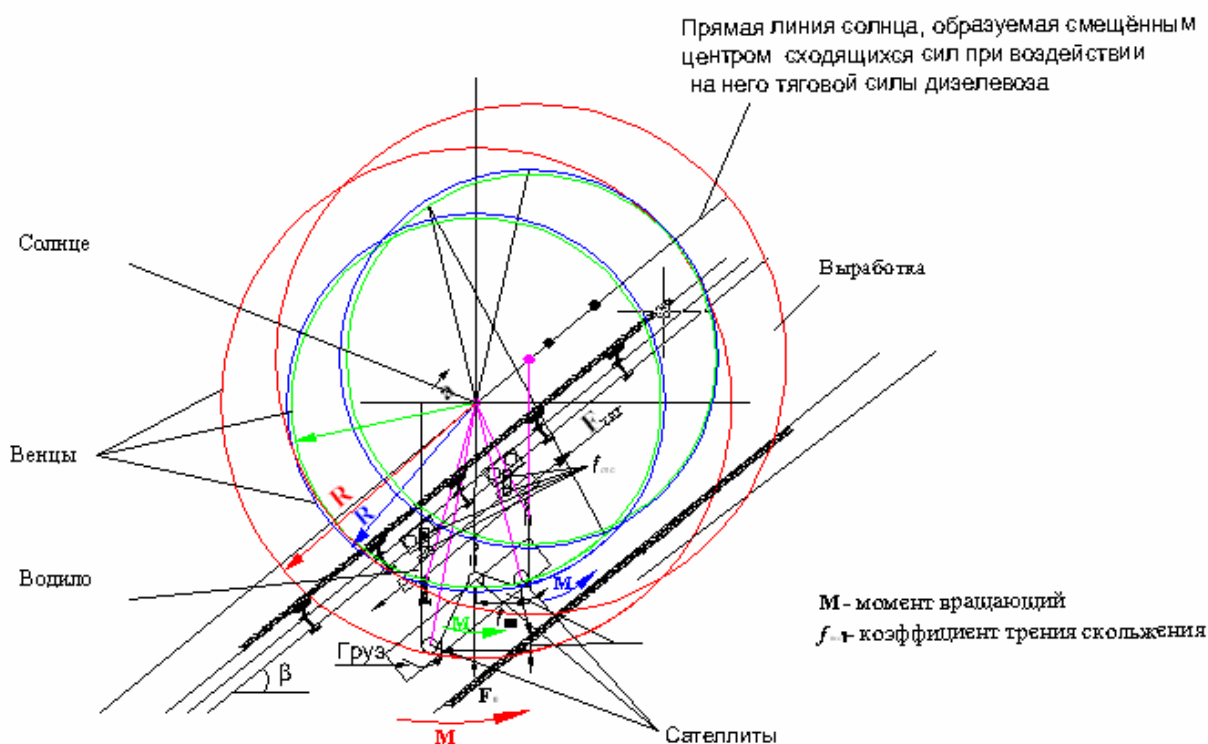


Рисунок 3. Инновационная схема строповки и перемещения груза

В этой схеме соблюдается основное правило строповки: место застроповки строп располагается относительно центра тяжести и грузоподъемной силы, которая находится над центром тяжести груза [2]. Согласно

теоретической механике, груз считается поднятым и зафиксированным в пространстве в том случае, когда пары сил, произвольно расположенные в пространстве, взаимно уравниваются (геометрическая сумма их моментов равна нулю), т.е. многоугольник, построенный на моментах данных пар сил, замкнут с вершиной в точке пересечения результирующих сил [3].

Предлагаемая схема опробована в условиях эксплуатации. При проведении технической экспертизы установлено, что усовершенствованный способ строповки и перемещения груза в горной выработке кардинально отличается от применяемого схемой размещения подвесных цепей или стальных канатов (строп) и тем, что в работу включены уравнивательные блочки и вспомогательные траверсы.

В настоящее время применяется способ подвески, при котором груз, цепи и гидроподъемники с каретками, образуя параллелограмм, создают неустойчивую систему, которую можно считать находящейся в безразличном состоянии устойчивого равновесия, т.е. при выводе этой системы из состояния равновесия она стремится вернуться к этому состоянию вновь условно, так как даже равномерное движение гидроподъемника с каретками вызывает вынужденное колебание груза [2, 3]. При этом амплитуда колебания может быть достаточно большой, что приводит к возникновению динамических нагрузок, которые в несколько раз превосходят статические нагрузки, что в свою очередь обуславливает износ и поломку звеньев системы:

дизельного двигателя, гидравлических приводов, поршневой группы, вулколана (рабочие приводные колеса) в подвесном локомотиве;

стрелочных переводов, гидроподъемников, монорельсовых балок, роликоопор на самом локомотиве и на каретках гидроподъемников.

В среднем в шахтах эксплуатируется от 5 до 15 дизель-гидравлических локомотивов и столько же единиц навесного оборудования с гидроподъемниками, при этом число поломок значительное (см. таблицу).

Предлагаемый способ строповки и перемещения груза отличается тем, что стальной канат или цепи, перекинутые через шесть уравнивательных блочков, образуют с гидроподъемником, двумя вспомогательными и рабочей траверсами три треугольника с одной стороны и три с другой, а треугольник — фигура жесткая, т.е. подвесная система образует спаренный тройной полиспаст. Хотя стальные канаты или цепь проскальзывают в уравнивательных блочках, работают закон Амонтона и явление застоя, поэтому колебания системы будут незначительными [1, 2].

А система сил, образованная силами натяжения четырех стальных канатов или цепей с одной стороны и четырех с другой, имеет результирующую силу, расположенную таким образом, что вместе с силой тяжести груза она образует пару сил с вращающим моментом M (см. рис.3), что по-

звоняет системе занимать положение равновесия (даже при "задирации" груза).

Звенья системы	Число поломок	
	на семь единиц	на од- ну единицу
Вулкoлан (рабочие привод- ные колеса при монта- же/демонтаже)	30–50	4–7
Рабочие приводные колеса в обычный месяц, не связанный с монтажом/демонтажом	15	2
Роликоопоры на каретке гидроподъемника и на самом ло- комотиве (дизеле)	50	7
Гидроприводы	4	0,6–1,0
Гидронасосы	5	0,7–1,0
Поршневая группа	5	0,7–1,0
Стрелочные переводы	10	1,0–1,4

Как показывают расчеты, даже для простейших случаев, когда не учитываются динамические нагрузки, усилия натяжения стального каната или цепи в 1,5 раза меньше, а значит, и нагрузки на другие звенья системы уменьшаются, что позволяет перемещать более тяжелые грузы и увеличивать число перевозимых единиц груза одним локомотивом. При этом увеличивать мощность самого локомотива нет необходимости [4].

Эксплуатация дизелевозов с гидроподъемниками с использованием предлагаемого способа строповки и перемещения груза в горных выработках позволит снизить показатели, приведенные в таблице, как минимум вдвое.

Для промышленных предприятий, особенно в условиях кризиса, важны проекты, которые дадут возможность экономно расходовать средства на их реализацию. Такому требованию в полной мере отвечает предлагаемый способ, так как дополнительные затраты, связанные с качественным улучшением работы стропов, траверс, шкивов, цепей, — минимальны; экономится расход ГСМ за счет уменьшения количества ходок и увеличения производительности труда, а также продолжительности срока службы и эксплуатации оборудования. Уменьшаются и затраты на привлечение сторонних организаций и компаний по его обслуживанию и ремонту; объем запасных частей снижается до минимума. Помимо этого, сокращается штат стропальщиков и электрослесарей и экономится фонд оплаты труда.

Годовой экономический эффект от внедрения предлагаемой технологической схемы только по эксплуатационным затратам составит миллионы рублей на один дизель-гидравлический локомотив с навесным оборудованием с двумя гидроподъемниками.

Инновационная схема строповки груза и перемещения его в горных выработках, предложенная автором статьи, по заключению Роспатента отличается новизной в решении вопросов механизации погрузочно-разгрузочных и транспортных работ в подземных условиях шахт, высоким изобретательским уровнем; внесена в государственный реестр изобретений Российской Федерации 2008 г.

Техническая новизна изобретения положительно оценена кафедрами КузГТУ (теоретической и геотехнической механики, экономики и организации угольной промышленности).

В целом внедрение нового способа строповки и перемещения груза в стесненных условиях горных выработок позволит:

увеличить в 2 раза как количество перевозимого груза, так и производительность труда при его доставке;

повысить износостойкость дорогостоящего локомотива и гидроподъемников в несколько раз, а также надежность работы эксплуатируемой техники;

расширить зону обслуживания, что увеличит не только объемы грузопотоков, но и скорость перевозимого груза;

обеспечить минимальную аварийность и высокую промышленную безопасность;

снизить себестоимость 1 т угля.

В настоящее время на угледобывающих предприятиях проводится работа по внедрению данного способа строповки и перемещения груза в горных выработках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яровский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. — М.: Наука, 1974. — 942 с.
2. Оберман Я.И. Стропальное дело. — М.: Металлургия, 1985. — 208 с.
3. Хямяляйнен В.А., Гордиенко Р.Ф., Ведяшкина Н.А. Теоретическая механика: Учеб. пособие для вузов. — Кемерово: КузГТУ, 2001. — 207 с.
4. Заднипренко Н.М., Костенко Е.М., Кулиева Л.И. Погрузочно-разгрузочные работы: Практическое пособие для стропальщика-такелажника. — М.: ЭНАС, 2008. — 202 с.

fortune@kemcity.ru

УДК 622.285

*Г.Д. БУЯЛИЧ, д.т.н., проф.,
А.В. МИХАЙЛОВА, ассистент,
В.И. ШЕЙКИН, аспирант
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

О ПОВЫШЕНИИ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КРЕПИ 2М142

При взаимодействия со слабыми почвами оснований механизированных крепей происходит вдавливание последних в породы, вследствие низкой несущей способности системы "крепь – почва". В результате чего нарушается устойчивость секции, что приводит к снижению функций крепи по управлению кровлей. Согласно авторскому свидетельству СССР № 1135906, для снижения величины просадки основания и, следовательно, повышения устойчивости секции предлагается вокруг основания внедрить в почву погружной контур, который препятствует выдавливанию из-под него почвы.

Модернизированное основание, выполненное по предлагаемому техническому решению для крепи 2М142 представлено на рис. 1. Оно включает П-образный погружной контур 2, состоящий из двух продольных щитков и связанного с ними поперечного щитка, а также гидродомкрат 3 для управления контуром. Продольные щитки погружного контура связаны с основанием посредством шарнира 4, установленного в забойной части носка.

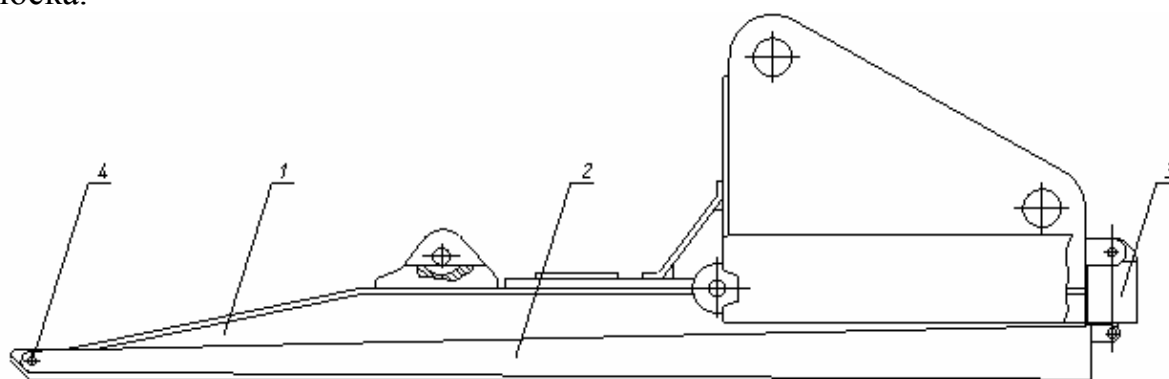


Рис. 1. Модернизированное основание крепи 2М142

Для оценки эффективности данного технического решения были проведены расчёты величины просадки основания модернизированной крепи в породы почвы при отсутствии погружного контура, а также при

различных величинах его внедрения со стороны завала (параметр H на рис. 2), который изменялся до 250 мм.

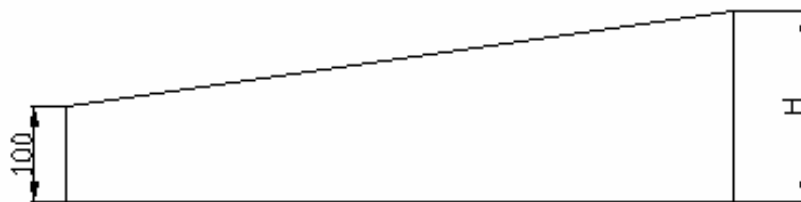


Рис. 2. Боковая поверхность погружного контура

Для этих целей была построена конечно-элементная модель, состоящая из модели модернизированного основания крепи 2М142 и модели почвы. В результате расчётов были получены деформированные состояния модели модернизированного основания крепи 2М142 при взаимодействии его с почвой (рис. 3) и построен график зависимости вдавливания основания (Y) от величины внедрения погружного контура (H) (рис. 4).

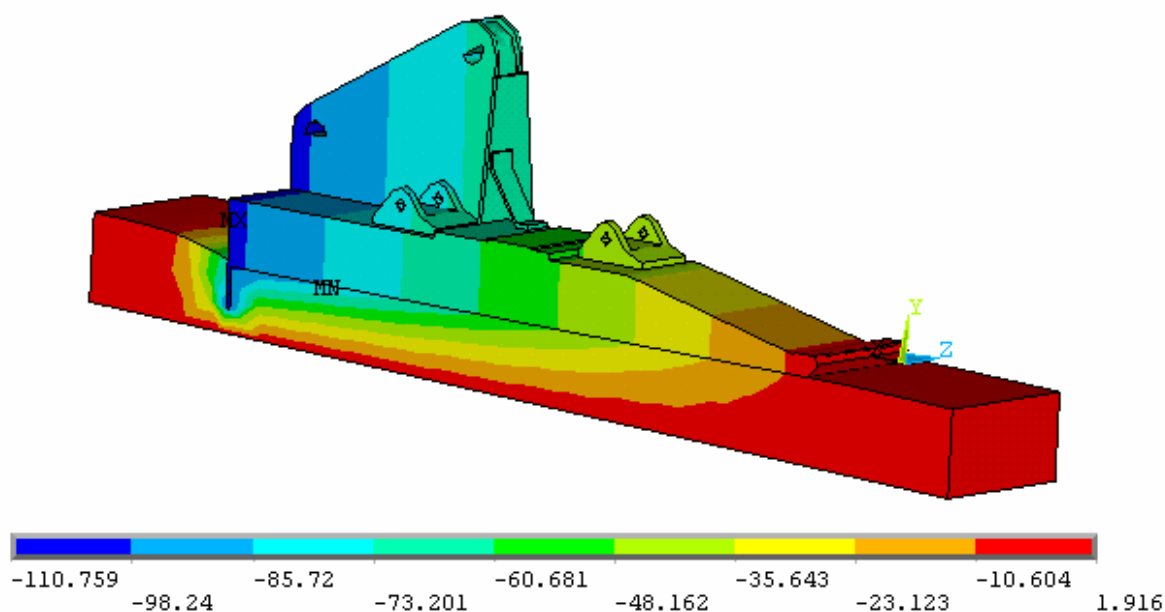


Рис. 3. Деформированное состояние модели модернизированного основания крепи 2М142 при взаимодействии с почвой

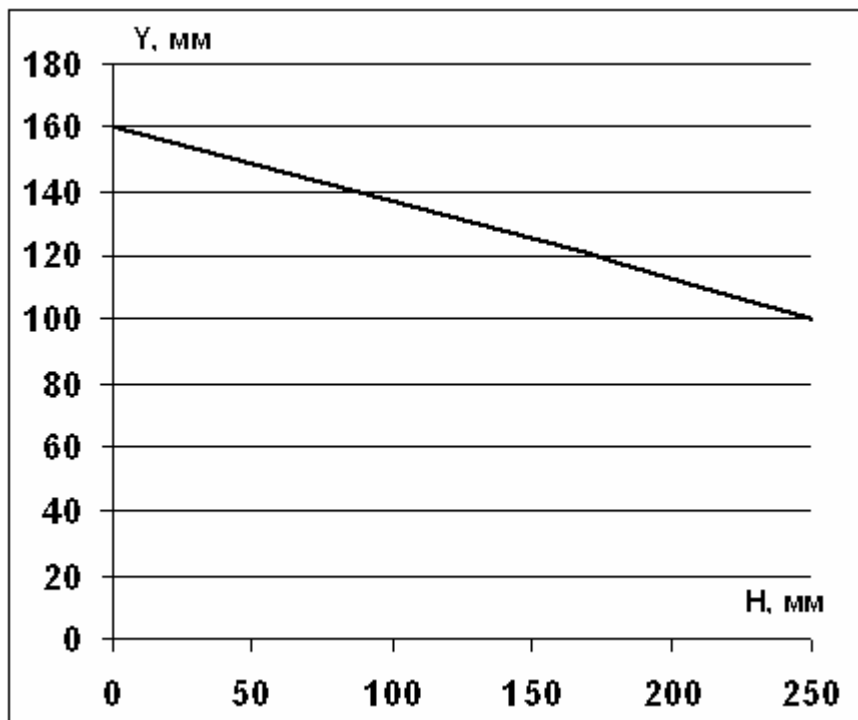


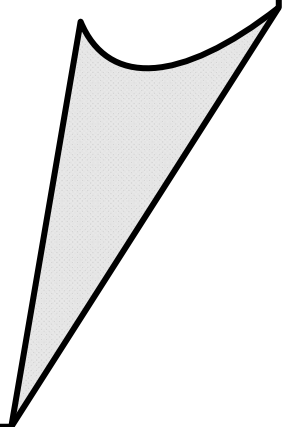
Рис. 4. График зависимости вдавливания основания (Y) от величины внедрения погружного контура (H)

Анализ результатов расчётов показывает, что при взаимодействии основания модернизированной крепи со слабой почвой происходит его заваливание на завал. Однако применение погружного контура препятствует значительному выдавливанию пород из-под основания (см. рис. 3).

На рис. 4 показано, что при отсутствии погружного контура ($H=0$) величина вдавливания основания составляет порядка 160мм, в то время, как использование погружного контура с завальной стороны основания глубиной в 250мм позволяет уменьшить вдавливание до 80мм и тем самым повысить несущую способность системы "основание – почва".

СЕКЦИЯ

**ОХРАНА ТРУДА
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**



УДК 331.453

*Н.В. ХАРЧЕНКО, к.э.н., доц.,
А.С. ЛЕОНОВА, студент, Е.А. ТЫРЫШКИНА, студент
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

АНТИКРИЗИСНЫЕ МЕРЫ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА

В условиях экономического кризиса высокий процент незанятого населения и низкая потребность организаций в работниках порождают нарушения трудового законодательства, связанные с временным использованием работников без заключения трудового договора и, как следствие, нарушаются права работников на охрану труда и социальное страхование от несчастных случаев. Предполагается, что в связи с кризисными явлениями в экономике количество нарушений подобного рода будет нарастать.

Безопасный труд – право каждого человека. В условиях кризисных явлений в экономике как никогда необходима консолидация усилий федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, профсоюзов, работодателей в целях обеспечения безопасных условий труда работников. Даже в условиях мирового экономического кризиса мы не можем идти ни на какие компромиссы в вопросе соблюдения права работников на безопасные условия труда. Программа антикризисных мер в организации может содержать мероприятия – в том числе и в области охраны труда, обеспечивающие снижение социальной напряженности и способствующие выходу из кризиса, не противоречащие законодательству.

В 2008 году в России выявлено свыше 311 тысяч нарушений правил обучения и инструктирования работников, выдача средств индивидуальной защиты не производилась в 93 тысячах случаях, выявлены нарушения по проведению аттестации рабочих мест в 58 тысячах случаев [статья "Подшла к концу ежегодная Всероссийская конференция, посвященная Всемирному дню охраны труда, под девизом "Безопасный труд – право каждого человека", www.niitrud.ru].

Сегодня в Российской Федерации практически каждый пятый работник трудится в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям. Количество таких людей увеличилось с 24,9% в 2007 году до 26,2% в 2008. Анализ статистики за 2008 год свидетельствует о том, что в IV квартале впервые за последние годы произошел рост травматизма на производстве, что совпало с началом мирового финансового кризиса. [www.niitrud.ru]

Таким образом проблема заключается в том, что отсутствие средств не позволяет работодателям вкладываться в обновление оборудования,

не проводится аттестация рабочих мест по условиям труда, не выдаются средства индивидуальной защиты, работники не получают компенсаций за вредные условия труда.

Для регулирования социально-трудовых отношений Минздравсоцразвития России совместно с объединениями работодателей и объединениями профсоюзов разработали Рекомендации по взаимодействию социальных партнеров в условиях экономического кризиса. Эти рекомендации были отражены в генеральном соглашении между общероссийскими объединениями профсоюзов и работодателей и Правительством РФ на 2008–2010 годы. Социальное партнерство в современных условиях является действенным механизмом регулирования трудовых отношений, споров, конфликтов и создает предпосылки для экономической и политической стабильности в нашей стране.

Так же особую роль в охране труда играет социальное страхование работников. Тенденцией 2007 года и особенно первого полугодия 2008-го стало активное расширение и усложнение социальных пакетов на российских предприятиях, значительное увеличение доли предприятий, включающих в свои соцпакеты различные страховые программы. Основным фактором мотивации и удержания сотрудников на предприятиях в 2007, 2008 годах стало наличие широкого социального пакета, включающего как добровольное медицинское страхование (ДМС), так и страхование от несчастных случаев и болезней, а в некоторых случаях и накопительное страхование жизни или дополнительное пенсионное обеспечение.

Для налогового стимулирования с 1 января 2008 года вступили в силу поправки ко второй части Налогового кодекса [к ст. 213 "Особенности определения налоговой базы по договорам страхования" и ст. 255 "Расходы на оплату труда"]. В результате, во-первых, налог на доходы физических лиц был перенесен с взносов, уплачиваемых работодателями по договорам долгосрочного страхования жизни, на выплаты по этим договорам. Во-вторых, расширились возможности списания на расходы по оплате труда взносов по договорам страхования жизни и здоровья работников (увеличена сумма списаний, расширено страховое покрытие, подпадающее под списание). С 1 января 2009 года доля отнесения взносов по ДМС на себестоимость увеличилась с 3 до 6% фонда оплаты труда [гл.25 НК РФ]. Рынок ждал этой поправки давно, так как расходы многих российских предприятий уже значительно превысили 3% ФОТ. Однако в связи с кризисом, при жестком сокращении расходов предприятий, данная налоговая льгота в 2009 году имеет существенно меньший эффект, чем могла бы.

Предполагается значительное увеличение расходов на здравоохранение, в том числе за счет повышения нормы отчислений в фонд обязательного медицинского страхования (с 3,1% в настоящее время до 5,1% с 2010

года). Темпы прироста взносов по ОМС в первом полугодии 2008 года несколько снизились, но были очень высоки – 35,3%.

Но как замечено федеральным фондом социального страхования в 2008 году выросло число заболеваний, которые связывают со стрессами в период кризиса. А так же свою роль сыграли и другие факторы: например, больничный лист является популярным способом отсрочить увольнение. В связи с этим, Федеральный фонд социального страхования (ФСС) ужесточит выдачу больничных и усовершенствует экспертизу временной нетрудоспособности. Число получателей больничных в январе-марте 2009 года удвоилось по сравнению с прошлым годом, а работодатели намного хуже стали платить пособия в рамках соцстрахования. В 2010 году начнется реформа единого социального налога. Глава Минздрава Татьяна Голикова заявила на коллегии ФСС, что правительство начнет рассмотрение законопроектов по совершенствованию системы соцстрахования, связанному с отказом от ЕСН. За счет страховых взносов на обязательное соцстрахование застрахованным в ФСС будут производиться выплаты только страхового характера: больничные листы, пособия по беременности и родам.

Мировой финансовый кризис поставил под вопрос будущее рынка корпоративного личного страхования: отпала необходимость мотивации персонала, возникла потребность в минимизации затрат. Таким образом, сокращение расходов на персонал происходит как за счет уменьшения размера фонда оплаты труда, так и за счет сокращения социального пакета, предлагаемого работникам.

В результате компании вне зависимости от сферы деятельности и оборота теряют существенные средства. Использование же современных ДМС-программ позволяет добиться значительного снижения заболеваемости в коллективе и количества дней нетрудоспособности. Таким образом, при затратах, сопоставимых с годовой зарплатой нескольких сотрудников, наличие ДМС в соцпакете позволит компании существенно сократить свои издержки и повысить производительность. Эти стимулы и обеспечат стабильность на рынке ДМС.

Расширение налоговых льгот, грамотное реформирование системы здравоохранения и системы ОМС, развитие корпоративного личного страхования и ДМС-программы – все эти инструменты в совокупности помогут преодолеть предприятиям и организациям проблемы, возникшие в связи с кризисом, связанные с охраной труда и социальным страхованием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. "Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая)" от 05.08.2000г. №117-ФЗ (ред. от 03.06.2009, с изм. от 22.06.2009г.)
2. www.niitrud.ru
3. www.raexpert.ru

УДК 331.103.224

*А.И. ФОМИН, д.т.н., доц.,
Кузбасский государственный технический университет
Е.В. МАКАРОВА, Г.Е. СЕДЕЛЬНИКОВ, главные специалисты
НП "Кузбасс – ЦОТ"
Россия, г. Кемерово*

НОВЫЕ ПОДХОДЫ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ ПО УСЛОВИЯМ ТРУДА

Сегодня довольно часто на обиходном и официальном уровне приходится слышать слово "аттестация" (от лат. "attestatio"). Оно обозначает определение качества продукции, рабочих мест, уровня знаний.

Аттестация рабочих мест по условиям труда, необходимость проведения которой законодательно закреплена в Трудовом кодексе РФ, имеет следующие цели:

- оценка профессионального риска утраты здоровья или смерти, связанного с исполнением работником обязанностей по трудовому договору. А это предполагает проведение анализа состояния здоровья работника в связи с условиями труда, информирование его о риске, контроль динамики показателей риска, а также снижение вероятности повреждения здоровья;
- расчет скидок и надбавок к страховому тарифу в системе обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- создание банка данных условий труда на уровне организации, муниципального образования, органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации и на федеральном уровне;
- обоснование планирования и финансирования мероприятий по улучшению условий и охраны труда в организациях, в том числе за счет средств на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- обоснование ограничений труда для отдельных категорий работников;
- предоставление работникам, устраивающимся на работу, достоверной информации об условиях труда на рабочих местах, о существующем риске повреждения здоровья, о мерах по защите от воздействия вредных или опасных производственных факторов и полагающихся гарантиях и компенсациях.

Аттестация рабочих мест по условиям труда – это не что иное, как аудит в сфере обеспечения работодателем безопасных условий труда для персонала.

В статье 209 Трудового кодекса Российской Федерации (федерального закона от 30 декабря 2001 года № 197-ФЗ с изменениями и дополнениями) дано понятие аттестации рабочих мест по условиям труда. Это выявление вредных и (или) опасных производственных факторов и приведение условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда. Они изложены в нормативных актах – ГОСТах, СанПиНах, СНиПах.

В статье 212 Трудового кодекса Российской Федерации сказано, что работодатель обязан проводить аттестацию рабочих мест с точки зрения условий труда с последующей их сертификацией.

Аттестация рабочих мест по условиям труда существует в нашей стране с 1997 года. Основным документом, определявшим процедуру оценки, было "Положение о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда", введенное в действие с 1 июля 1997 года Постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 14 марта 1997 года №12.

Со времени утверждения данного Положения, гигиенические критерии и классификация условий труда пересматривались дважды. В 1999 году было введено в действие "Руководство Р 2.2.755-99" (пришло на смену "Руководству Р 2.2.013-94"), а в 2005 году утверждено новое Руководство Р 2.2.2006-05. Кроме того, появились нормативно-методические документы по измерениям и оценке производственных факторов, фактору травмобезопасности, новые нормы и требования к обеспеченности работников средствами индивидуальной и коллективной защиты, изменилась база измерительных приборов. Минздравсоцразвитием России был подготовлен проект нового Положения об аттестации рабочих мест по условиям труда. Проект был рассмотрен федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда. Получено 84 заключения, включающих около 500 предложений и замечаний. При окончательной доработке 325 из них были отклонены, а по остальным внесены изменения и дополнения в проект Порядка.

Проект Порядка обсуждался на заседании рабочей группы по защите трудовых прав, охране труда, промышленной и экологической безопасности Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

31 августа 2007 года Министерством здравоохранения и социального развития РФ был издан Приказ № 569 "Об утверждении порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда". Новое Положение введено в действие с 1 сентября 2008 года. Данный документ 29 ноября 2007 года прошел государственную регистрацию в Минюсте России (регистрационный № 10577).

Этот Приказ издан в соответствии со статьей 209 Трудового кодекса РФ, в которой раскрывается само понятие "аттестации рабочих мест по ус-

ловиям труда". Согласно указанной статье аттестация рабочих мест по условиям труда представляет собой оценку условий труда на рабочих местах в целях выявления вредных и (или) опасных производственных факторов и осуществления мероприятий по приведению условий труда в соответствие с государственными требованиями охраны труда.

Чем же отличается новый Порядок аттестации рабочих мест?

Одним из существенных отличий Приказа № 569 от Постановления № 12 является значительное расширение субъективного состава данных отношений. Если Постановление № 12 устанавливало порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда только лишь в организациях, то согласно пункту 1 Приказа №569 новые правила проведения аттестации регулируют вопросы деятельности работодателей - юридических лиц, за исключением работодателей – физических лиц, не являющихся индивидуальными предпринимателями.

Кроме того, дополнен перечень целей, для которых могут использоваться результаты проведенной аттестации рабочих мест по условиям труда.

Так, предусматривается использование данных результатов для предоставления работникам, принимаемым на работу, достоверной информации об условиях труда на рабочих местах, о существующем риске повреждения здоровья, о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов и полагающихся работникам, занятым на тяжелых работах и работах с вредными и (или) опасными условиями труда, гарантиях и компенсациях.

Результаты аттестации используются, кроме этого, в целях подготовки контингентов и поименного списка лиц, подлежащих обязательным предварительным (при поступлении на работу) и периодическим (в течение трудовой деятельности) медицинским осмотрам (обследованиям) работников, а также внеочередных медицинских осмотров (обследований). Результаты аттестации будут использоваться и при расчете скидок и надбавок к страховому тарифу в системе обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Приказом № 569 изменен порядок формирования аттестационной комиссии. В частности, расширен рекомендуемый состав аттестационной комиссии за счет включения в него представителей привлеченной аттестующей организации, юристов и специалистов по кадрам.

Еще одно нововведение – определен порядок проведения аттестации так называемых нестационарных рабочих мест. К таким рабочим местам Приказ № 569 относит места с территориально меняющимися рабочими зонами (например, места рабочих строительных специальностей). Аттестация указанных рабочих мест проводится путем предварительного опреде-

ления типичных технологических операций с относительно стабильным набором и величиной вредных и (или) опасных производственных факторов и последующей оценкой этих операций. Аттестация рабочих мест по условиям труда по-прежнему включает в себя гигиеническую оценку условий труда, оценку травмобезопасности и обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты. Однако по сравнению с Постановлением № 12 порядок проведения каждого вида оценки в новом Приказе № 569 более конкретизирован и оформлен в отдельный раздел.

Так, дополнены и уточнены некоторые понятия, относящиеся к оценке травмобезопасности рабочих мест. Предусмотрено, что, кроме требований безопасности к производственному оборудованию, приспособлениям, инструментам, средствам обучения и инструктажа, должны быть приняты во внимание специальные для конкретных видов рабочих мест требования к территории, к элементам зданий и сооружений. Например, особые требования при следовании на место выполнения работ, к устройству противоскользящих покрытий пола, к облицовке стен, укреплению сводов в шахтах, устройству и расположению аварийных выходов и т.п.

Также конкретизированы порядок проведения оценки обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты и фактического состояния условий труда на рабочем месте.

Претерпел изменения и порядок оформления результатов аттестации рабочих мест по условиям труда. Согласно Приказу № 569 результаты аттестации должны оформляться в виде единого пакета документов, часть из которых работодатель обязан направить в государственную инспекцию труда в соответствующем субъекте Российской Федерации.

В соответствии с требованиями нового документа каждое рабочее место, как и прежде, должно подвергаться аттестации не реже одного раза в пять лет. Все вновь организованные рабочие места аттестуются после ввода их в эксплуатацию. Не изменен и срок хранения результатов проведения аттестации. Документы аттестации рабочих мест по условиям труда рекомендуется хранить в организации в течение 45 лет. Это обусловлено тем, что иногда по прошествии лет работник связывает имеющееся заболевание с профессиональной деятельностью. Анализ документов аттестации рабочих мест позволяет сделать правильный вывод.

Как следует из представленной на рис.1 схемы, рассматриваемый Порядок определяет не только формальные требования к направлениям оценки условий труда, но и – что крайне важно с организационно-правовой точки зрения – требования к подготовке аттестации рабочих мест и документированию ее результатов. Кроме того, он определяет основные методы исследований, применяемые в процессе проведения оценки условий труда. Условия труда – совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работников (ст. 209 ТК РФ).



Рис. 1

Аттестации рабочих мест по условиям труда подлежат все имеющиеся в организации (компании) рабочие места. Результаты аттестации используются в интересах деятельности предприятия (компании) по направлениям, представленным на рис. 2. Порядок предусматривает проведение периодических (плановых – не реже одного раза в пять лет) и повторных (внеплановых) аттестаций (переаттестаций) рабочих мест. Результаты повторной аттестации рабочих мест по условиям труда (переаттестации) оформляются соответствующими протоколами, при этом заполняется новая карта аттестации рабочего места по условиям труда или вносятся изменения в карту аттестации рабочего места по условиям труда, оформленную ранее. Уточним, что переаттестация рабочих мест обязательна:

- после замены (на соответствующих рабочих местах) производственного оборудования;
- после изменения (на соответствующих рабочих местах) технологического процесса, порядка применения средств коллективной защиты;
- при выявлении нарушений требований охраны труда, в том числе по требованию должностных лиц федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на проведение государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, или (и) органов исполнительной власти субъектов РФ, уполномоченных проводить государственную экспертизу условий труда.

Вновь созданные рабочие места подлежат аттестации непосредственно после ввода их в эксплуатацию. Конкретные сроки проведения аттестации вновь созданных рабочих мест определяются руководителем организации.

Каковы же особенности организации аттестации рабочих мест по условиям труда?

Как отмечалось, аттестации подлежат все имеющиеся в организации (компании) рабочие места. Вместе с тем для отдельных категорий рабочих мест предусмотрен особый порядок аттестации. Во-первых, это рабочие места, квалифицируемые аттестационной комиссией как аналогичные (предполагаемые аналогичные) по условиям труда. Во-вторых, это нестационарные рабочие места (места с территориально меняющимися рабочими зонами).

Уточним, что в качестве *аналогичных* следует рассматривать рабочие места, характеризующиеся заранее установленной совокупностью следующих признаков:

- эксплуатацию указанных мест осуществляют работники одной и той же профессии (занимающие одноименные должности);
- в процессе эксплуатации указанных мест работники выполняют одни и те же профессиональные обязанности по ведению однотипного технологического процесса в одинаковом режиме работы;
- в процессе эксплуатации указанных мест работники используют однотипные средства труда (производственное оборудование, инструменты, приспособления и т. п.), одинаковые исходные материалы (сырье);
- указанные места располагаются в одном или нескольких однотипных помещениях либо на открытом воздухе;
- в указанных местах используются однотипные системы жизнеобеспечения (вентиляции, кондиционирования воздуха, отопления и освещения);
- указанные места имеют однотипный объектовый состав (одинаковое расположение производственного оборудования, транспортных средств и т. п.);
- на указанных местах выявлено воздействие одинакового набора вредных и (или) опасных производственных факторов одного класса и степени.
- К *предполагаемым аналогичным* рабочим местам следует относить рабочие места с вышеперечисленными признаками, при этом предполагается, что условия труда на них одинаковы.

Немного – об особенностях оценки вредных и опасных производственных факторов на предполагаемых аналогичных и аналогичных рабочих местах. Такая оценка должна производиться аттестационной комиссией на основании данных, полученных при аттестации 20% таких рабочих мест (от общего числа рабочих мест, но не менее двух) по условиям труда.

Основные направления использования результатов аттестации рабочих мест организации

Контроль состояния условий труда на рабочих местах и правильности обеспечения работников сертифицированными средствами индивидуальной и коллективной защиты

Оценка профессионального риска как вероятности повреждения (утраты) здоровья (смерти) работника, связанной с исполнением им трудовых обязанностей и в иных установленных законодательством случаях

Предоставление работникам, принимаемым на работу, достоверной информации об условиях труда на рабочих местах, существующем риске повреждения здоровья, мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов и полагающихся работникам, занятым на тяжелых работах и работах с вредными и (или) опасными условиями труда, гарантиях и компенсациях

Предоставление работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, бесплатной сертифицированной специальной одежды, специальной обуви и других СИЗ, а также смывающих и обезвреживающих средств в соответствии с установленными нормами

Подготовка статистической отчетности об условиях труда

Обоснование ограничений труда для отдельных категорий работников

Последующее подтверждение соответствия организации работ по охране труда государственным нормативным требованиям охраны труда

Включение в трудовой договор характеристики условий труда и компенсаций работникам за работу в тяжелых, вредных и (или) опасных условиях труда

Создание банка данных существующих условий труда на уровне организации, муниципального образования, органа исполнительной власти субъекта РФ

Применения предусмотренных законодательством мер ответственности к лицам, виновным в нарушениях законодательства об охране труда

Расчет скидок и надбавок к страховому тарифу в системе обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний

Решение вопроса о связи заболевания с профессией при подозрении на профессиональное заболевание, о диагнозе профессионального заболевания

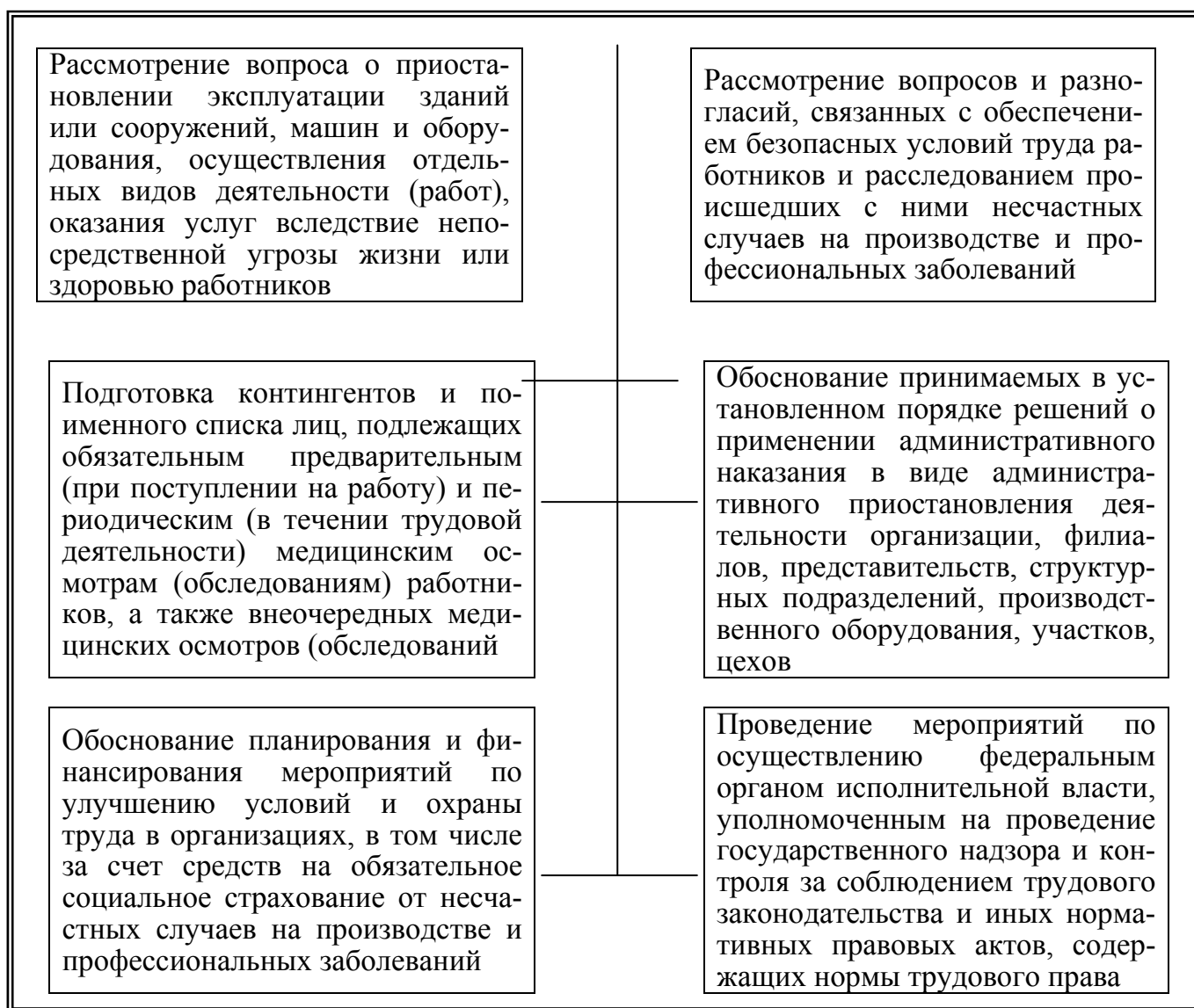


Рис. 2

На отдельную группу аналогичных рабочих мест заполняется одна карта аттестации. При выявлении в составе группы хотя бы одного рабочего места не подпадающего под установленные (для соответствующей группы) признаки аналогичности, оценке подвергаются 100% этих рабочих мест, после чего определяется новый перечень рабочих мест, основанный на результатах инструментальных измерений и оценок. При выполнении работником, осуществляющим эксплуатацию рабочего места, работ, не входящих в квалификационную характеристику, предусмотренную для занимаемой им профессии (должности), но вмененных приказом работодателя или трудовым договором в обязанности данному работнику, оценке подвергаются все выполняемые им виды работ.

Аттестации нестационарных рабочих мест, рабочей зоной которых, напомним, считается часть рабочего места, оснащенная необходимыми средствами производства, в которой один или несколько работников вы-

полняют сходную по характеру работу или операцию (слесари-сантехники, слесари-электрики, рабочие строительных специальностей и др.), проводится посредством предварительного определения типичных технологических операций с относительно стабильным набором и величиной вредных и (или) опасных производственных факторов и последующей оценки этих операций. Время выполнения каждой операции определяется экспертным путем на основании локальных нормативных актов организации (компании).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 года № 197-ФЗ (с изменениями и дополнениями)
2. "Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда" утвержденный Приказом Минздравсоцразвития России от 31 августа 2007 года № 569
3. "Положение о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда" утвержденное Постановлением Минтруда России от 14 марта 1997 года № 12
4. "Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда" утверждено Главным государственным санитарным врачом РФ от 29 июля 2005 года Руководство Р 2.2.2006-05

УДК 687.157.004

*А.С. РУКАВИШНИКОВА, к.т.н., ст. преп.,
И.Ю. БРИНК, д.т.н., проф.,
Ростовская академия сервиса (филиал) Южно-Российского государственного университета экономики и сервиса
Россия, г. Ростов-на-Дону*

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ХОЛОДА

На предприятиях промышленности, строительства, транспорта и связи на Севере России большой удельный вес занимают работы, которые выполняются вне производственных помещений, на открытых территориях. Для человека, работающего в районах с продолжительным и суровым холодным климатом, охлаждающие метеорологические факторы являются

основными и наиболее интенсивными видами вредного воздействия на организм [1]. Согласно [2] пониженные температуры рабочей зоны являются физическими опасными, вредными производственными факторами. Ветер значительно увеличивает охлаждающее воздействие окружающей среды, и в сочетании с пониженными температурами представляет особую опасность для здоровья человека. Организм человека, трудовая деятельность которого проходит в условиях холодного климата, находится под постоянным воздействием характерных факторов риска, что приводит к формированию специфической северной патологии [3].

Воздействие неблагоприятных климатических факторов (скорость ветра, температура воздуха) на здоровье человека определяется их совокупностью и интенсивностью физической деятельности, а также длительностью пребывания человека на открытой территории, наличием или отсутствием регламентированных перерывов на работе.

Оценка категории профессионального риска, индекса профессиональных заболеваний (Ипз), связанных с профессиональной деятельностью, определяется состоянием условий труда и производственной среды, тяжестью и напряженностью трудового процесса, степенью соответствия составляющих факторов требованиям норм и правил охраны труда [4].

Установление связи между совокупностью факторов производственной среды и классами условий труда является фундаментом всей системы управления охраной труда. Результатом оценки профессиональных рисков является количественная оценка степени риска ущерба для здоровья работников от действия вредных и опасных факторов рабочей среды и трудовой нагрузки по вероятности нарушений здоровья с учетом их тяжести. Одним из показателей в системе анализа существующих на производстве рисков является сокращение продолжительности жизни (СПЖ) в результате воздействия факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса [4].

Основным, а в некоторых случаях единственным способом защиты человека от холода при работах на открытой территории является специальная одежда, теплоизоляционные характеристики которой обеспечивают необходимую защиту от охлаждения.

Схема взаимодействия элементов "Человек-Спецодежда-Природно-климатическая среда", в которую человек оказывается включенным в процессе работы, представлена на рис. 1. Предложенная схема позволяет структурно представить проблему воздействия охлаждающей среды на организм рабочего и создания теплозащитной одежды. Создание такой одежды является весьма сложной научной и практической задачей. Для обеспечения оптимального физического состояния человека одежда должна защищать человека от внешней влаги, ветра, пониженных температур окружающей среды, и в то же время не препятствовать удалению влаги с поверхности тела. Специальная одежда также должна защищать человека от

охлаждения в состоянии покоя и не вызывать перегрева при выполнении интенсивной физической работы.

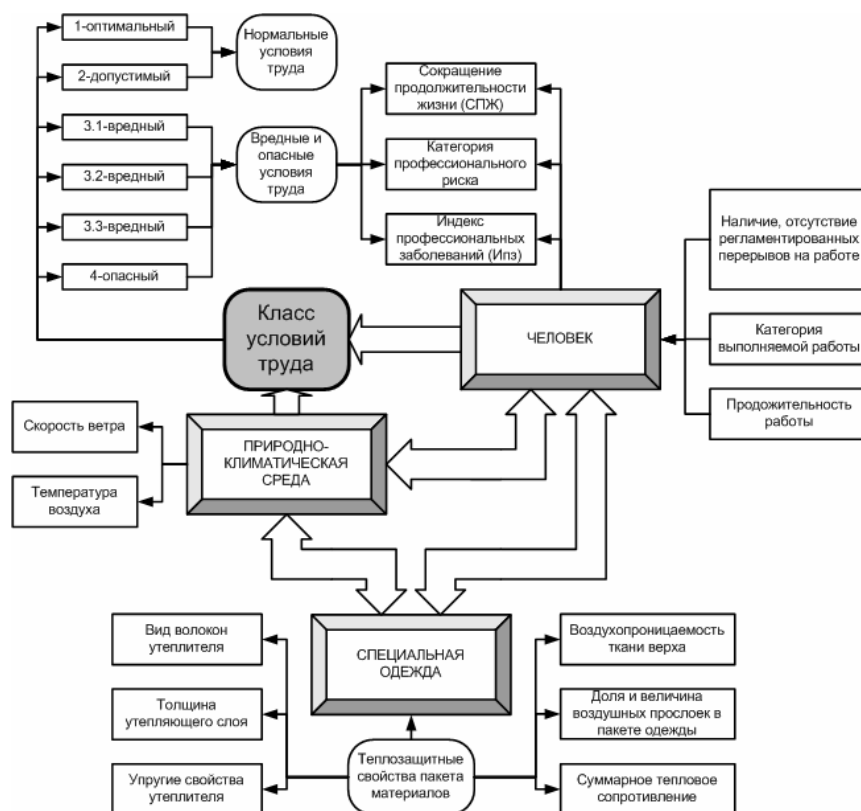


Рис. 1 – Схема взаимодействия элементов системы "Человек-Спецодежда-Природно-климатическая среда"

На теплозащитные свойства одежды влияют множество факторов (рис. 1): толщина утепляющего слоя, упругие свойства утеплителя, воздухопроницаемость ткани верха, доля и величина воздушных прослоек, суммарное тепловое сопротивление, вид волокон утеплителя и др. При проектировании специальной одежды наибольшее распространение среди утеплителей получили объемные несвязные утепляющие материалы органического происхождения (перо-пуховые смеси водоплавающих птиц) и их синтетические аналоги (Hollowfibre, Файбертек и др).

В процессе эксплуатации специальной одежды утепляющий слой подвергается многократным деформациям сжатия под действием повышенной ветровой нагрузки, а также активной физической деятельности человека. Утепляющий материал испытывает деформацию сдвига, в силу разрозненности своей структуры. Это приводит к уменьшению исходной толщины, накоплению остаточной деформации, снижение пористости, перераспределению плотности теплозащитного материала по участкам одежды, вытеснению инертных воздушных прослоек. Наличие всех этих изменений сопровождается снижением суммарного теплового сопротивления

одежды, как на отдельных участках, так и изделия, в общем, и, как результат, переохлаждение организма человека.

Примером деформации сдвига могут служить участки одежды в области боковых швов куртки, локтевых швов рукавов. Сжатие и перемещение утеплителя вдоль отсека пакета одежды обусловлено циклическими воздействиями, повторяющими частоту движения человека и изменяющейся по величине ветровой нагрузке. Для повышения стабильности теплозащитной функции одежды и сохранения рассчитанных параметров толщины изделия предложено ввести в двухслойный пакет с несвязным объемным утеплителем дополнительные радиальные перегородки, а также использовать трехслойный пакет. Общий объем отсека пакета делится на два, за счет использования радиальной перегородки, создавая тем самым физический барьер для прямого распространения инерции давления вдоль пространства размещения утеплителя. В результате применения комбинированных конструкций пакетов одежды с несвязным утеплителем, формируются системы повышенной устойчивости конструкции изделия к динамическим воздействиям извне, и обеспечивается более высокий уровень стабильности исходных теплозащитных свойств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.П. Чашин, И.И. Деденко Труд и здоровье человека на севере. – Мурманск: Мурманское книжное издательство, 1990.- 104 с.
2. ГОСТ 12.0.03-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
3. Р.Ф. Афанасьева Гигиенические основы проектирования одежды для защиты от холода. – М: Легкая индустрия, 1977.- 136 с.: ил.
4. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов/ С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ ред. С.В. Белова. 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2001. – 485с.: ил.

УДК 331.45/.103.11:331.108.43

*С.А. КАРАУШ, д.т.н., проф.,
Г.И. КОВАЛЕВ, доц.,*

*Томский государственный архитектурно-строительный университет
Россия, г. Томск*

ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАБОТНИКОВ СРЕДСТВАМИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ АТТЕСТАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ

Обязательным элементом аттестации рабочего места по условиям труда является оценка обеспеченности работника средствами индивидуальной защиты (СИЗ). Вступивший в силу в 2008 г. новый Порядок аттестации рабочих мест по условиям труда [1] определяет лишь общее содержание такой оценки и основные методические подходы к ней. Документом установлено, что оценка обеспеченности работников СИЗ осуществляется посредством сопоставления выданных средств с нормами их выдачи, проверки соблюдения требований правил обеспечения СИЗ, оценки соответствия СИЗ состоянию условий труда и проверки сертификата соответствия СИЗ.

Реализация указанных требований Порядка [1] в настоящее время оказалась затруднительной, т. к. необходимо учитывать требования вводимых в действие в 2009 г. новых Межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты (далее – Правила) [2]. Опыт работы специалистов ТГАСУ в области аттестации рабочих мест по условиям труда на предприятиях строительной индустрии и в других организациях позволил разработать подробный алгоритм оценки обеспеченности работников СИЗ, который отвечает требованиям документов [1, 2]. Данный алгоритм позволяет исключить ошибки специалистов по аттестации и повысить достоверность результатов оценок.

Рассмотрим несколько важных моментов, которые учитывает разработанный алгоритм.

1. Пунктом 35 Порядка [1] в частности определяется, что оценка обеспеченности работников СИЗ осуществляется посредством сопоставления фактически выданных средств с нормами бесплатной выдачи рабочим и служащим смывающих и обезвреживающих средств и правилами, утвержденными в установленном порядке, а также путем проверки соблюдения правил обеспечения СИЗ (наличие личной карточки учета, заполненной в установленном порядке). Однако Правила [2] не уделяют внимания особенностям такой проверки, установленная ими форма личной карточки

учета выдачи работнику СИЗ не ориентирована на учёт этих специфических видов СИЗ. Поэтому целесообразно разработать специальную учётную форму, отражающую факт своевременной выдачи в производственных подразделениях каждому нуждающемуся работнику смывающих и обезвреживающих качественных средств по установленным нормам.

2. В соответствии с п. 36 Порядка [1] оценка соответствия выданных СИЗ фактическому состоянию условий труда производится путем сравнения параметров условий труда с маркировкой СИЗ, предусмотренной требованиями их классификации по защитным свойствам.

Формальное выполнение этого требования может привести к невыявлению факта использования контрафактной продукции с правильной маркировкой. Часто вследствие недостаточной информированности потребителей, отсутствия денежных средств или недобросовестности поставщиков предприятия закупают низкокачественную продукцию, не удовлетворяющую элементарным требованиям безопасности труда.

Для каждого вида СИЗ существуют или можно разработать простейшие приёмы косвенной или прямой проверки без привлечения специального оборудования соответствия свойств СИЗ свойствам, заявленным в сертификате соответствия. Добросовестный поставщик средств защиты будет сам заинтересован помочь заказчику разработать такие правила.

Рассмотрим реализацию данного пункта на примере проверки качества комбинезонов, сигнальных жилетов, курток с нанесенными на них производителем световозвращающими лентами. Это можно выполнить за счет следующих действий:

- по имеющимся образцам оценивается подлинность сертификата соответствия на СИЗ, чтобы сертификат был выдан уполномоченным на то органом;
- отогнув край пристроченной ленты следует проверить ее основу. Качественная световозвращающая лента имеет только тканевую основу. Кроме того, производители ленты чтобы подтвердить стандарт качества материала обычно маркируют тканевую основу;
- проверить расположение швейной строчки на ленте. Она должна располагаться на расстоянии 2–3 мм от её края;
- простым осмотром оценить внешний вид ленты. Поверхность световозвращающего материала должна быть ровной и однородной. Лента не должна иметь трещин и царапин, должна быть гибкой и мягкой на ощупь;
- проверить наличие на швейном изделии бирки производителя световозвращающих материалов с её логотипом. Такая бирка не является обязательной принадлежностью сигнальной одежды повышенной видимости, но обычно ею комплектуются такие швейные изделия. Данная бирка тоже является подтверждением качества СИЗ, а также косвенно свидетельствует, что изделие соответствует ГОСТ Р 12.4.219-99 "Одежда специальная сигнальная повышенной видимости";

– визуально оценить световозвращающие свойства ленты. Сравните световозвращающий эффект заведомо качественной ленты в направленном луче света на различном расстоянии 100, 150 или 250 м и ленты на изделии, в качестве которого вы не сомневаетесь. Равномерность заполнения световозвращающими элементами поверхности качественной ленты будет видна сразу;

– осмотреть (проверить) образцы СИЗ, подвергавшиеся стирке. Достоверно проверить качество светоотражающей ленты можно только в процессе носки и стирки изделия. Каждое качественное изделие со световозвращающими элементами добросовестным поставщиком комплектуется инструкцией по стирке, а также инструкцией, разработанной для прачечных и химчисток, где подробно описана процедура ухода за лентой. Качественные, соответствующие ГОСТ Р 12.4.219-99 световозвращающие материалы должны выдерживать не менее 30 циклов правильно проведенной стирки. После стирки изделия вновь следует проверить внешний вид ленты и оценить ее световозвращающие свойства.

3. В пунктах 22, 25 и 30 Правил [2] указывается, в каких случаях работодатель обязан обеспечить ремонт специальной одежды и специальной обуви. Но при этом не указывается, какие документы должны подтверждать восстановление защитных свойств изделий после ремонта и должны ли существовать такие документы.

В настоящее время на рынке представлено достаточное количество различных типов спецодежды и спецобуви, изготовленных из материалов самых разных производителей и с различными защитными свойствами. Многие СИЗ после неквалифицированного ремонта и даже стирки резко теряют свои защитные свойства. Работники в этом случае будут обеспечены некачественной спецодеждой или спецобувью, применение которых может привести к несчастному случаю.

Считаем, что этот вопрос должен быть отрегулирован нормативами таким образом, чтобы при аттестации рабочих мест, возможно, было по выданным после ремонта СИЗ документам убедиться в восстановлении их качества и в пригодности к применению по назначению.

Изложенная выше информация и предложения призваны способствовать повышению достоверности оценки обеспеченности работника СИЗ. Однако протокол оценки обеспеченности работника СИЗ (прил. 5 к Порядку [1]) содержит ещё пункт "предложения по улучшению обеспеченности СИЗ". Поэтому составной частью рассматриваемой оценки является выработка при необходимости предложений по изменению перечня выдаваемых работнику средств защиты или рациональной их замене.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда (приложение к Приказу Минздравсоцразвития России от 31.08.2007 № 569).
2. Межотраслевые правила обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты (приложение к приказу Минздравсоцразвития РФ от 1 июня 2009 г. № 290н).

УДК 331.458

А.Н. КОРОТКОВ, д.т.н., проф.,

Г.М. ДУБОВ, к.т.н., доц,

О.В. ЛУГИНА, инженер

*Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНОЙ ТРУДА НА ОСНОВЕ СТАНДАРТА OHSAS 18001:2007

В условиях острой конкуренции на рынке компании и предприятия должны демонстрировать клиентам эффективность своего менеджмента и свою ответственность, а также готовность обеспечить надежное обслуживание без продолжительных простоев, вызванных несчастными случаями и инцидентами.

В этом контексте системный подход к управлению безопасностью — это необходимое дополнение к постоянному процессу производственного совершенствования и устойчивого развития компаний и предприятий.

Последовательно, сжато и системно вопросы управления безопасностью отражены в международном стандарте OHSAS 18001. Этот стандарт разработан Международной организацией по стандартизации и страны Евросоюза используют его при проведении сертификации систем менеджмента в области охраны труда и предупреждения профессиональных заболеваний.

Мотивацией для внедрения данного стандарта являются следующие факторы:

- ответственность работодателя за предоставляемые рабочие места: действующее в Российской Федерации законодательство в этой сфере предусматривает выполнение ряда требований и условий, а стандарт определяет, как правильно управлять этими процессами;
- страхование рисков работодателей, которые непосредственно зависят от безопасности рабочих мест на предприятии;

– внедрение современных, общепризнанных мировых технологий для организации более эффективной совместной работы с зарубежными партнерами.

На разработку и внедрение системы управления охраной труда оказывают определенное влияние сфера деятельности организации, ее конкретные задачи, выпускаемая продукция и оказываемые услуги, а также используемые технологические процессы, оборудование, средства индивидуальной и коллективной защиты работников и практический опыт деятельности в области охраны труда.

Стандарт OHSAS подразделяется на два документа: OHSAS 18001 – спецификация, где излагаются требования, которым должна удовлетворять соответствующая система менеджмента, и OHSAS 18002 – руководство по применению OHSAS 18001, в котором приведены общие рекомендации по применению спецификации. OHSAS 18002 не добавляет новых требований и не содержит обязательных указаний по внедрению OHSAS 18001.

В случае принятия решения руководством компании или предприятия о необходимости внедрения у себя стандарта OHSAS, следует реализовать следующие мероприятия:

1. Приобретение стандарта. Прежде чем приступить к подготовке заявки, требуется приобрести официальную копию стандарта.

2. Обзор вспомогательной литературы. Следует провести анализ публикаций, позволяющих понять и внедрить систему управления охраной труда и производственной безопасностью.

3. Планирование обучения. Целесообразно провести обучение высшего руководства и персонала предприятия на ряде семинаров и учебных курсов, которые помогут понять суть и внедрить систему управления охраной труда и производственной безопасностью.

4. Выбор консультанта. По вопросам внедрения системы управления охраной труда и производственной безопасностью можно обратиться к независимым консультантам, которые имеют опыт внедрения и помогут избежать производственных и финансовых ошибок.

5. Разработка системы менеджмента по OHSAS 18001. Стандарт OHSAS 18001 предусматривает использование цикла "Планирование – Действие – Проверка – Выполнение" с акцентированием на постоянное улучшение. Эта модель хорошо гармонирует со структурой других документов, посвященных системам менеджмента, например ISO 14001.

Такое соответствие документов по системам менеджмента упрощает процесс создания интегрированных систем менеджмента.

Описанные далее этапы позволяют сформировать базовую структуру системы менеджмента и связать ее со структурой OHSAS 18001.

Планирование. На этапе планирования необходимо выполнить следующие действия: заручиться поддержкой высшего руководства; с одобрения высшего руководства выработать политику компании по управлению охраной труда и производственной безопасностью; завершив планирование, необходимо определить схему выявления и оценки рисков, а также реализации необходимых мер контроля; необходимо определить и понять правовые обязательства, установить цели и подготовить программу менеджмента для их достижения. Весь процесс должен быть документирован.

Внедрение системы управления охраной труда и производственной безопасностью. На данном этапе следует выполнить следующие действия: распределить роли и ответственность; разработать процедуры проведения консультаций и обмена информацией, касающейся профессиональной безопасности и здоровья, с сотрудниками и другими заинтересованными сторонами; задокументировать процессы и разработать систему управления документацией и данными; внедрить систему операционного контроля; разработать планы и процедуры на случай аварийных ситуаций; проверить систему менеджмента и внести необходимые корректировки.

Необходимо направить свои усилия на непрерывное улучшение разрабатываемой системы менеджмента, предпринимая следующие действия: внедрять методики исполнения, измерения и мониторинга; устанавливать и документировать ответственность и полномочия в случае несчастных случаев, инцидентов, несоответствий, а также при выполнении корректирующих и превентивных действий; внедрить специальную процедуру для документов и делопроизводства; проводить аудит и оценку эффективности системы менеджмента; проводить административные проверки системы через установленные промежутки времени.

Документация системы включает в себя: руководство по системе управления промышленной безопасностью и охраной труда; стандарты предприятия системы управления промышленной безопасностью и охраной труда; инструкции.

Внедрение системы менеджмента, соответствующей требованиям OHSAS, дает компаниям и предприятиям ряд преимуществ, в числе которых:

- организационные: системное управление; согласованное взаимодействие процессов и функций; высвобождение высшего руководства для выработки стратегических решений;
- экономические: снижение рисков и связанных с ними потерь, объемов штрафов и платежей компании; повышение производительности труда; эффективное использование ресурсов; снижение количества рекламаций; преемственность знаний и опыта;
- репутационные: улучшение репутации в глазах всех заинтересованных сторон; повышение лояльности сотрудников, улучшение психологического климата; улучшение отношений с поставщиками; повышение инвестиционной привлекательности;

– стратегические: увеличение рыночной стоимости (капитализация); возможность тиражирования бизнеса; трансформация знаний и навыков сотрудников в интеллектуальный потенциал компании; подготовленность к реинжинирингу бизнес-процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. OHSAS 18001 Системы менеджмента гигиены и безопасности труда – Требования.
2. OHSAS 18002 Системы менеджмента здоровья и безопасности на производстве – Руководство по применению.
3. <http://www.siora.ru/ru/qms/ohsas>.
4. www.endf.ru.

УДК 331.45

*А.И. ФОМИН, д.т.н., доц.,
Кузбасский государственный технический университет
Г.Е. СЕДЕЛЬНИКОВ, главный специалист НП "Кузбасс – ЦОТ"
Россия, г. Кемерово*

ВИДЕОИНСТРУКТАЖИ ПО ОХРАНЕ ТРУДА – НОВЫЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ КОМПЕТЕНТНОСТИ РАБОТНИКОВ

Как известно, уровень компетенции работников в сфере охраны труда напрямую влияет на безопасность и здоровье работников организации, поэтому проблема повышения компетентности работников в сфере охраны труда очень актуальна на сегодняшний день. На наш взгляд это наиболее важная и вместе с тем наиболее трудная задача.

Одним из наиболее важных элементов повышения этой компетентности является обучение работников охране труда. Вместе с тем, в настоящее время, инструктаж по охране труда зачастую проводится наспех, в устной форме, без использования наглядного материала, что предъявляет к лицу, проводящему инструктаж высокие требования, например, к качеству дикции и т.п. Поэтому не всегда специалист или работник организации, проводящий инструктаж по охране труда, обладает достаточными ораторскими способностями, чтобы правильно и понятно объяснить все положения инструкций. В результате этого инструктаж по охране труда зачастую сводится к постановке росписи в журнале регистрации инструктажа по охране труда.

Альтернативой традиционному подходу проведения инструктажей по охране труда, на наш взгляд, является инструктаж с широким использованием специальных видеофильмов – видеоинструктажей.

Видеоинструкция создается на основании и в полном соответствии с действующими нормативными требованиями в области охраны труда и "оживляет" текст соответствующей инструкции по охране труда. Так как видеоизображение, имеет повышенную запоминаемость, возрастает степень восприятия текста инструкций, происходит улучшение качества обучения работников методам и приемам безопасной работы.

Внедрение данного подхода к проведению инструктажа позволяет:

- Осуществить эффективную аудиовизуальную поддержку человека проводящего инструктаж;
- Обеспечить требуемое качество инструктажа контролируемого на этапе создания;
- Добиться высокой степени восприятия и эффективного закрепления в подсознании.

В настоящее время НП "Кузбасский межотраслевой центр охраны труда" (НП "Кузбасс-ЦОТ") созданы десятки видеоинструкций для различных видов работ и профессий, которые широко используются в различных отраслях экономики Кузбасса, так и в организациях других регионов России.

Особо необходимо подчеркнуть, что это не традиционные учебные фильмы, в большинстве своем очень качественные, а именно видеоинструкции, которые изготовлены в соответствии с "Методическими рекомендациями по разработке государственных нормативных требований охраны труда" Минтруда России, на базе какой либо Типовой инструкции по охране труда и соответствующих Правил охраны труда. Кроме того, после соответствующего утверждения на предприятии, текст видеоинструкции приобретает статус локального нормативного акта организации.

Из опыта хорошо известно, что адресованные человеку слова и образы автоматически никогда не превращаются в поступки. Если было бы по-другому, то дети всегда бы слушались родителей, ученики – учителей, а преступники – милиционеров. В жизни мы редко обращаем внимание даже на очень правильные слова, воспринимая лишь те из них, которые соответствуют нашим личным потребностям и установкам.

Как показала практика применения видеоинструкций, простая визуализация инструкции по охране труда не приводит к желаемому результату. Поэтому при подготовке видеоинструкций необходимо учитывать физиологические и психологические свойства человека; это позволяет добиться повышения качества инструктажа по охране труда [1].

Законы восприятия и переработки информации, психофизиологические особенности человека выдвигают достаточно жесткие требования

к форме подачи информации. В то же время современные технологии подачи информации позволяют выполнить большинство этих требований.

В настоящее время в НП "Кузбасс-ЦОТ" разработан психофизиологический алгоритм подготовки видеоинструкций, который использует специальные приемы, непрерывно поддерживающие внимание работников в течение проведения видеоинструктажа, и обеспечивает достаточно полное запоминание инструкций. В алгоритме широко используются приемы психологии, которые позволяют добиться повышения качества запоминания учебного материала.

Согласно методическим рекомендациям [2] в типовую инструкцию рекомендуется включать разделы:

1. Общие требования охраны труда.
2. Требования охраны труда перед началом работы.
3. Требования охраны труда во время работы.
4. Требования охраны труда в аварийных ситуациях.
5. Требования охраны труда по окончании работы.

На протяжении всей инструкции используется личностное обращение к работнику, в то время как в основном тексте инструкции используются выражения типа "Работник должен...", это способствует восприятию информации и повышает внимание.

Наша задача добиться перевода демонстрируемых в видеоинструкции опасностей и безопасных приемов работы в долговременную память [1], для этого в конце каждого раздела, мы используем прием, который называется "дорожка фиксаций". Она представляет собой короткие видеофрагменты, фиксирующие узловые моменты видеоряда.

Чтобы стимулировать активацию у работника доминанты удовлетворения от безопасной работы, в разделе "общие требования охраны труда" мы создаем якорь, для этого привязываем аудиовизуальный отрицательный образ к вредным и опасным производственным объектам или ситуациям.

В последующих разделах, мы во время проявления опасных и вредных производственных факторов и их воздействием на человека, демонстрируем наши аудиовизуальные отрицательные образы, тем самым, ассоциируя их с конкретными видами работ.

Рассмотрим этот механизм на примере вредного фактора "поражение электрическим током". Аудиовизуальный отрицательный образ этого фактора, представляет из себя голубую кобру.

На протяжении видеоинструкции, в местах проявления опасного фактора, мы также демонстрируем в углу экрана наш отрицательный образ, тем самым ставя якорь. Включение питания – змея поднимается, выключение – опускается.

В дальнейшем, уже во время работы, работник, подойдя к электрощитку, розетке и т.д. будет ассоциировать его со змеей, т.е. произойдет активация якорем (электрощиток, розетка) доминанты удовлетворения от безопасной работы.

Также, наша задача установить связи:

- положительные эмоции - правильная работа;
- отрицательные эмоции - нарушения требований охраны труда.

Для этого мы используем специальные эмоциональные аудиовизуальные вставки: "работай по правилам, иначе..." и "работай по правилам, тогда все будет хорошо!", которые вставляются после 2 и 5 разделов соответственно.

По отзывам работников предприятий, где были внедрены наши видеоинструктажи, данный подход способствует эффективному усвоению и запоминанию информации, что способствует повышению компетентности работников, и системы управления охраной труда в целом и, в конечном счете, снижению травматизма, аварийности и профессиональной заболеваемости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Видеоинструктаж – теория и практика. С.П.Ворошилов, Р.И.Стецкович, А.В.Калмыков (Безопасность и охрана труда, №1, 2007, с.65-72)
2. Методические рекомендации по разработке государственных нормативных требований охраны труда. Постановление Минтруда России, №80, 17.12.2002.

УДК 622.4:536

*А.В. КОЛМАКОВ, д.т.н., проф. МАНЭБ (компания Anesco)
Республика Сингапур*

КОНЦЕПЦИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЕМ АТМОСФЕРЫ ОБЪЕКТОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Горная отрасль является особо сложной ввиду наличия в ней связанных между собой горных предприятий различных по метеоусловиям: подземных (шахт), полуподземных (карьеров), поверхностных (обогачительных фабрик) и помещений различного назначения. Опыт пожарной опасности и энергосбережения свидетельствует о необходимости комплексного решения проблемы теплового кондиционирования атмосферы в объектах

горного производства. Анализ научно-технической литературы по проблеме теплового кондиционирования воздуха показывает, что ее можно разделить на три раздела: теорию процессов теплообмена, методы расчета и средства регулирования теплообменом. При этом теория управления процессами теплопереноса отдельно не рассматривается. Между тем любой экологический комплекс в шахте и на поверхности представляет собой управляемую систему, состоящую из объектов управления и управляющих устройств. Объекты управления состоят из двух основных частей: воздушной среды и окружающих ее массивов, т.е. горных пород в шахтах и ограждающий панелей на поверхности. Каждому объекту в целом или отдельным его частям соответствуют устройства управления их теплофизическим состоянием. Конечной целью функционирования управляющих устройств является создание комфортных и безопасных условий жизнедеятельности. Тепловая неоднородность массивов и воздушных потоков обуславливает в них разных законов тепломассопереноса, что вызывает чрезвычайные трудности решения комплексной проблемы тепловой нормализации атмосферы в шахтах и на поверхности. Исследованием и разработкой методов и средств реализации комфортных и безопасных условий работ занимаются многие академические, отраслевые, учебные, проектно-конструкторские и производственные подразделения. Развитие науки и техники вызывает необходимость постоянной разработки классификаций методов и средств борьбы с аномальными вредными и опасными термодинамическими факторами. К настоящему времени имеется ряд классификаций управления переносом тепла, обоснованных по разным признакам. В данной работе автора приводится классификация методов и средств управления тепловыми потоками, основанная на законах тепломассопереноса. В качестве главного классификационного признака принят тепловой поток, определяющий тепло-энергетическое и экологическое состояние человека и систем окружающей среды. В соответствии с этим все методы управления тепловым состоянием объектов окружающей среды разделены на следующие виды: кондуктивный, когда воздействие на управление тепловым потоком оказывается способами теплопроводности; конвективный, когда воздействие на управление тепловым потоком оказывается способами переноса воздушных потоков: радиационный, когда воздействие на управление тепловыми потоками оказывается экранированием лучевых тепловых потоков; режимный, когда применяются меры адаптации человека к аномальной тепловой среде и комплексный метод, когда используется одновременно несколько или все методы одновременно. Реализацию методов управления тепловыми потоками рекомендуется производить на научно-обоснованных физико-математических моделях, которые предусматривают рассчитывать удельные тепловые потоки в локальных зонах и общие

потоки в вентиляционных струях. Исследования показывают, что для эффективного управления тепломассопереносом необходимо последовательное решение следующих основных задач: наблюдение за объектом; оценка теплового состояния объекта; прогноз тепловых условий; управление тепловыми потоками и анализ достигнутых результатов. В связи с изложенным автором статьи разработана теория управления тепломассопереносом в виде комплексной математической модели управления, из которой как частные случаи следуют математические модели управления процессами кондукции, конвекции и радиации в шахтах, карьерах и помещениях. Важность разработанной теории управления тепломассопереносом несомненна, так как она позволяет управлять тепловыми потоками в выработках, в карьерах и помещениях путем количественного влияния на конкретные теплофизические факторы среды и объекта и оптимизировать их для получения необходимого технического результата. Разработанная теория управления тепловыми потоками позволяет решать целый ряд задач по тепловому кондиционированию атмосферы. На основе разработанной теории управления тепловыми потоками рекомендованы меры по предотвращению эндогенных пожаров в условиях шахт Китая; по предотвращению опрокидывания вентиляционных струй при пожарах на некоторых шахтах Кузбасса; по кондиционированию воздуха в зданиях промышленного, бытового, культурного, медицинского, рекреационного, экологического назначения и ряде других в некоторых странах Юго-Восточной Азии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. М.М. Шемаханов Основы термодинамики и кондиционирования рудничной атмосферы. – М: Недра, 1974, 208 с.
2. Н.Н. Хохотва Кондиционирование рудничного воздуха. – М; Уголь, 1960, № 6, С.41-44.

УДК 622.4:536

*А.В. КОЛМАКОВ, д.т.н., проф. МАНЭБ (компания Anesco)
Республика Сингапур*

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОГНОЗА ИНТЕРАКТИВНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА

Опыт работы показывает, что при жизнедеятельности в некондиционной тепловой воздушной среде человек испытывает до десяти видов аномальных ощущений, включая гибель. Для поддержания комфортных условий труда затрачиваются большие средства. В связи с этим прогноз

тепла в различных объектах жизнедеятельности имеет большое значение. Следует отметить, что в мировой практике теплового кондиционирования воздуха до сих пор не было метода прогноза интерактивных тепловых потоков. Трудность этого объясняется наличием различных способов теплопереноса кондукцией, конвекцией, тепловой радиацией и их сочетанием. В настоящее время в научно-технической литературе рассматриваются три основных вида сложного тепломассопереноса: радиационно – кондуктивный, радиационно – конвективный и комбинированный. Анализ показывает, что полная система уравнений, описывающих сложный тепломассоперенос включает в себя дифференциальные и интегродифференциальные уравнения и не может быть решена аналитически. Даже при частном решении этих уравнений применяются такие упрощения, которые позволяют получить лишь приближенный, оценочный характер процессов сложного переноса тепла. Кроме того, решение задач сложного тепломассопереноса осложняется интерактивным характером изменения тепла в объектах исследования. Под интерактивностью в общем случае понимается изменение протекания процессов во времени, которые делятся на стационарные и нестационарные. При этом каждый процесс имеет свойственную ему величину теплового потока и характер протекания, которые зависят от целого ряда внешних и внутренних факторов. Автором данной статьи установлено, что при сложном тепломассопереносе тепловые потоки зависят, кроме того, от температуры, термодинамического сопротивления, их градиентов режимов движения, которые проявляются интерактивно. Например, при сложном процессе переноса тепловых потоков в поверхностных зданиях интерактивность тепловых параметров в течение суток описывается: гиперболической зависимостью от 0 до 6 часов утра и параболической зависимостью от 6 часов до 24 часов ночи. Многочисленные эксперименты показали, что факторы, определяющие теплоперенос в помещении в течение первого периода суток – от 0 до 6 часов снижаются до постоянных начальных значений. Определено, что в данный период времени величина сложного теплового потока определяется в основном кондуктивным процессом теплопереноса. В начале второго периода суток от 6 до 12 часов происходит резкое увеличение исследуемых параметров с последующим снижением их до минимума, при плавном возрастании теплового потока. Резкий характер изменения параметров с началом дневного периода и наличие точек перегиба у кривых свидетельствует об увеличении доли конвективного процесса переноса тепла. В течение третьего периода суток от 12 до 18 часов происходит уменьшение градиентов температуры до минимума с последующим их возрастанием так же как и термодинамического сопротивления. Указанным величинам соответствует обратный характер изменения теплового потока и температуры, которые достигают максимальных зна-

чений в полдень. Результаты исследования показали, что наличие точек перегиба у кривых свидетельствует о возникновении в течение этого периода радиационного процесса теплопереноса, который активно действует с 11 до 15 часов дня. В течение четвертого периода суток с 18 до 24 часов происходит уменьшение исследуемых параметров и величины теплового потока за счет перехода от радиационного процесса переноса вначале к конвективному, а от него к кондуктивному процессу первого периода следующих суток.

Интерактивность перенос тепловых потоков рассмотрена и для стационарного процесса путем деления действующих факторов в течение суток на два периода времени от 0 до 6 час и от 6 до 24 час.

В результате исследований выявлено, что изменение величины теплового потока в 2.2 раза происходит под действием температуры, ее градиентов и термодинамического сопротивления соответственно в 1.1; 2.3 и 2.5 раза. Следует сказать, что решение задач при сложном тепломассопереносе осуществлено на основе закона комплексного теплового сопротивления и с использованием тепловых потенциалов. Это позволило автору разработать теорию тепломассопереноса и на ее основе предложить метод прогноза сложного переноса тепла, который обеспечивает повышение эффективности кондиционирования воздуха более чем в два раза и повышение достоверности энергосберегающих расчетов в несколько раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.Ф. Воропаев Тепловое кондиционирование рудничного воздуха в глубоких шахтах. – М.: Недра, 1979.- 192 с.
2. А.В. Колмаков Превентивные меры эндогенного самовозгорания угля в шахтах Китая. -г.Тайань, Шандуньский институт горного дела и технологии, 1994, 60 с.
3. А.В. Колмаков Повышение эффективности кондиционирования шахтной атмосферы. В журн. Академии естествознания. М.: - 2005.с. 38-39.
4. А.И. Лыков Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967,599 с.
4. А.Н. Щербань Кондиционирование рудничного воздуха, М.: 1956,322 с.

УДК 614.715; 614.8.084

*М.В. ЯЦЕНКО, к.б.н., доц.,
Е.В. ГОДАЛЕВ, студент,
Алтайский государственный университет
Россия, г. Барнаул*

ОЦЕНКА ЗАПЫЛЕННОСТИ НА ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Охрана здоровья работников, обеспечение безопасности условий труда, ликвидация профессиональных заболеваний и производственного травматизма составляет одну из главных забот человеческого общества. В связи с этим для улучшения условий труда необходимо применять прогрессивные формы научной организации труда, сводить к минимуму ручной и малоквалифицированный труд, создавать обстановку, исключающую профессиональные заболевания и производственный травматизм.

Одним из основных средств управления совершенствованием организации труда на рабочих местах в действующем производстве является их аттестация. Аттестация рабочих мест представляет собой комплексную оценку состояния каждого рабочего места на его соответствие передовому научно-техническому и организационному уровню с целью создания занятому на нем работнику или группе работников необходимой производственной обстановки и условий, обеспечивающих высокую эффективность труда [1, 2].

Одной из проблем присутствующей на предприятиях зернопереработки является пыль. Производственная пыль является одним из широко распространенных неблагоприятных факторов, оказывающих негативное влияние на здоровье человека. При действии пыли у человека в процессе его трудовой деятельности возникают заболевания верхних дыхательных путей, аллергические реакции, воспалительные реакции слизистых оболочек глаз [3, 4, 5]. Кроме того, она также способствует скорейшему износу машин и производственного оборудования, снижает уровень освещенности. Так же пыль при достижении определенной концентрации может способствовать возникновению пожаров и взрывов [6, 7].

В связи со сказанным, существует необходимость выявления рабочих мест с превышением уровня запыленности на предприятиях зернопереработки Алтайского края, а также разработка рекомендаций по снижению уровня пыли.

Исследования проводились на базе кафедры "Безопасности жизнедеятельности в техносфере" АлтГГУ и Алтайского краевого центра охраны труда (АКЦОТ). Объектом исследования служили зерноперерабатывающие предприятия Алтайского края, а именно, элеваторы. Основным видом деятельности элеваторов является оказание услуг по приемке, сушке, подработке и хранению зерна. Наряду с основными видами деятельности на элеваторах так же ведется и переработка зерна, а именно, его измельчение и производство муки.

Для исследования было взято 12 зерноперерабатывающих предприятий Алтайского края. Анализировались данные по аттестации рабочих мест в период с 2000-2009г. Оценка уровня запыленности производилась с помощью электрического аспиратора ПУ-2Э [8].

В ходе проведения анализа данных по не соответствию санитарным нормам рабочих мест на исследуемых объектах за период с 2000 по 2009г. не наблюдается значительных изменений в уменьшении уровня запыленности. Это свидетельствует о том, что на протяжении 10 последних лет не было предпринято каких-либо мер по устранению или снижению запыленности, а наоборот происходит рост отклонений от санитарных норм выбранного нами фактора, который варьирует в пределах 6%.

При изучении данных аттестации рабочих мест в зависимости от вида пыли были получены следующие результаты. При рассмотрении мучной пыли 72% рабочих мест относятся к допустимому классу опасности. Такое значительное соответствие санитарным нормам по мучной пыли характеризуется тем, что на производстве муки используется современное оборудование и это благоприятно сказывается на санитарной обстановке. Оставшиеся, 28%, которые не соответствуют санитарным нормам, присутствуют из-за нарушения герметизация оборудования и не соблюдения технологических условий при производстве продукции.

Противоположная картина наблюдается при рассмотрении зерновой пыли, где лишь 30% рабочих мест соответствуют санитарным нормам. Можно предположить, что такое несоответствие обусловлено тем, что, во-первых, на ленточном конвейере, на котором отсутствует достаточное натяжение ленты, создается провисание между роlikоопорами, которое в свою очередь способствует "подпрыгиванию" зерна на каждой желобчатой роlikоопоре. Так же отсутствуют умеренные скорости ленты и контроль воздушных потоков вокруг ленты. Во-вторых, отсутствием герметизации на оборудовании, причинами выделения пыли служат все трещины, щели и отверстия, старые изношенные кожухи также являются источниками запыленности. На наш взгляд эти два фактора и являются первостепенными источниками запыленности зерновой пылью на рабочих местах.

Анализ всех специальностей подверженных вредному влиянию пыли показал, что наибольшее несоответствие санитарным нормам наблюдается на рабочих местах: грузчик, уборщик, машинист погрузочно-разгрузочных машин, аппаратчик зернодробилки, весовщик, машинист ковшовошнекового погрузчика.

Для снижения негативного действия производственной пыли на работников элеваторов можно рекомендовать следующие мероприятия: изменить технологический процесс, который является первостепенным фактором, внедрение технологий с закрытым циклом, герметизация источников выделения пыли на всем имеющемся оборудовании, так же профилактические перерывы в работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об утверждении порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда: Министерство здравоохранения и социального развития РФ от 31.10.2007. № 569 – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 120 с.
2. Современные аспекты управления охраной труда в регионе: Сборник докладов третьей межрегиональной научно-практической конференции. – Барнаул: Изд-во ГУ "АКЦОТ", 2007. – 120 с.
3. С.В. Алексеев Гигиена труда / С.В. Алексеев, В. Р. Усенко – М. : Медицина, 1988. – 576 с.
4. Deacon S. P. Respiratory symptoms and ventilatory performance in workers exposed to grain and grain based food dusts / S. P Deacon, G. M. Paddle // Occupational medicine – 1998. – Vol. 48. – № 4. – P. 227–230.
5. А.Г. Чулалина Респираторная медицина: в 2 т. / А. Г. Чулалина. – М. : ГЕОТАР – Медиа, 2007. – 2 т. – 816 с.
6. А. Теплов Взрывоопасные объекты / А. Теплов // Охрана труда и социальное страхование – 2005. – № 12. – С. 38–43.
7. Белоусова Н. Н. Защита от пылевых взрывов на зерноперерабатывающих предприятиях / Н. Н. Белоусова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 1999. – 132 с.
8. Руководство по эксплуатации ЕВКН 4.471.005-01РЭ. Электрический aspirator ПУ –2Э. – М. : 2003. – 31 с.

УДК 621.791:658.382.3

*А.Н. СМИРНОВ, д.т.н., проф.,
К.В. КНЯЗЬКОВ, студент
Кузбасский государственный технический университет
Россия, г. Кемерово*

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ИМПУЛЬСНО-ДУГОВЫХ СПОСОБОВ СВАРКИ НА ЗРИТЕЛЬНУЮ ФУНКЦИЮ СВАРЩИКА

Применение импульсно-дуговых способов сварки с каждым годом возрастает. Увеличивается выпуск оборудования для импульсно-дуговой сварки как отечественного, так и зарубежного. Это обусловлено высокими возможностями влияния режимов этих способов сварки для решения разнообразных технологических проблем. Одной из основных, обобщающих характеристик импульсно-дуговой сварки является периодическое или программируемое изменение мощности дуги во времени, при этом применяются различные алгоритмы импульсного управления и сигналы обратных связей в зависимости от технологической задачи. При импульсно-дуговой сварке, для повышения устойчивости горения дуги и уменьшения размеров переносимых капель, используется диапазон частоты импульсов $5000 - 100\text{Гц}$, для управления переносом электродного металла во всех пространственных положениях $100 - 25\text{Гц}$, для улучшения формирования шва во всех пространственных положениях, за счёт уменьшения размеров сварочной ванны и увеличения скорости кристаллизации $25 - 0,25\text{Гц}$, для управления кристаллизационными процессами в металле шва и зоне термического влияния от $0,25\text{Гц}$ и ниже [1].

Все указанные выше диапазоны частот весьма разнообразно воздействуют на зрительную функцию сварщика, однако разделение их по технологическим признакам упрощает задачу защиты органов зрения сварщика.

Изменение силы тока сварки $I_{св}$ сопровождается соответствующим изменением мощности светового потока. Опыт использования сварочных модуляторов УДИ-203 для сварки электродами с покрытием, модуляторов разработанных и изготовленных МВП "Импульс" г.Томск, а также известной установки УДГУ-302 для сварки на импульсных режимах неплавящимся электродом показывает, что при длительной работе в диапазонах частот меньше 50Гц у сварщиков развивается усталость, и как следствие нежелание работать с применением импульсно-дуговых способов сварки.

Влияние импульсно-дугового способа на зрительную функцию сварщика оценивали при сварке в вертикальном положении таврового соединения пластин размерами $120 \times 180 \times 8\text{ мм}$ из стали 20. Сварка выполнялась электродами марки УОНИ 13/55 диаметром 3 мм . Режимы сварки устанавливались в областях близких номинальным. За показатель качества принималось

наличие или отсутствие подрезов, наплывов и других дефектов, а также соответствие геометрических размеров требованиям Т1 [2]. Отношение длины участка шва, не удовлетворяющего вышеуказанному интервалу $L_{\text{бр}}$ и полной длины шва L , $L_{\text{бр}}/L$ принимали за показатель качества K .

При изменении соотношения I_u/I_n , величина среднего тока I_{cp} сохранялась неизменной путем регулирования длительности периодов тока паузы – t_n и импульса – t_u .

Ниже представлены осциллограммы и циклограммы импульсно-дуговых способов сварки:

1. Осциллограмма тока и напряжения процесса сварки стационарной дугой

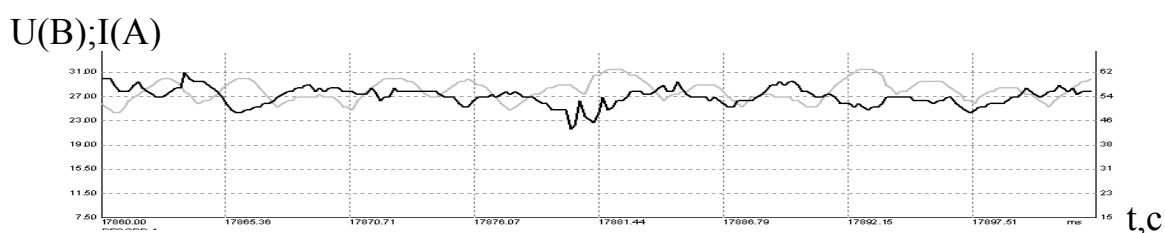


Рис.1 Осциллограмма процесса сварки стационарной дугой $I_{\text{св}} = 60\text{A}$

2. Циклограмма процесса сварки модулированным током.

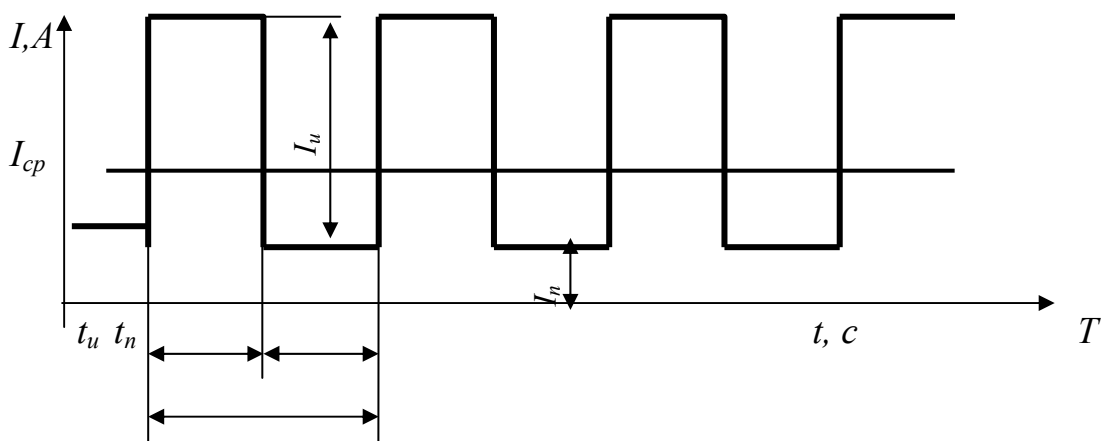


Рис. 2. Эюра тока при импульсном питании с программным управлением где I_u - амплитуда импульса тока; I_n - ток паузы; t_u - длительность импульса; t_n - длительность паузы; T - период цикла ; I_{cp} – средний ток

$$I_{\text{cp}} = \frac{I_u t_u + I_n t_n}{t_u + t_n} \text{ (A);} \quad (1)$$

3. Циклограмма тока способа сварки модулированным током с дополнительными импульсами.

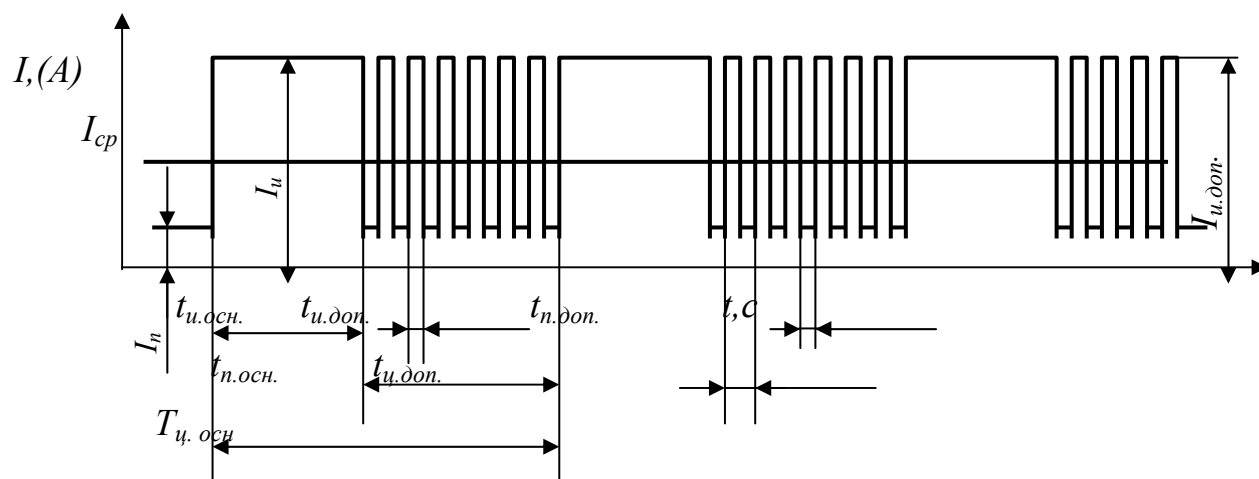


Рис. 3. Способ электродуговой сварки плавящимся электродом с импульсной модуляцией тока по программе, где I_u – ток импульса; I_n – ток паузы; $I_{u.don.}$ ток дополнительного импульса $T_{u.осн.}$ – период основного цикла; $t_{u.осн.}$ – период основного импульса; $t_{n.осн.}$ – период основной паузы; $T_{u.don.}$ – период дополнительного цикла; $t_{u.don.}$ – период импульса дополнительного; $t_{n.don.}$ – период дополнительной паузы; I_{cp} – средний ток

В этом случае

$$I_{cp} = \frac{I_u t_u + (I_u t_{u.don.})n + (I_n t_{n.don.})n}{t_u + t_n} (A); \quad (2)$$

где n – количество дополнительных импульсов в паузе.

$n = t_{n.осн.} f_{u.don.}$; $f_{u.don.}$ – частота дополнительных импульсов, Гц.

3.1. Осциллограмма процесса сварки с дополнительными импульсами $I, (A)$

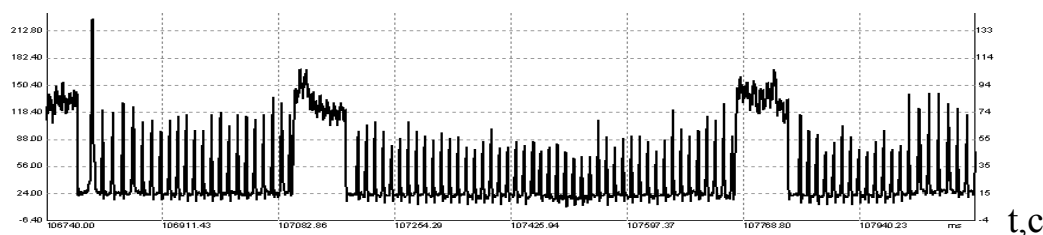


Рис. 4. Осциллограмма процесса сварки модулированным током с дополнительными импульсами

Установлено, что усталость у сварщиков наступает тем быстрее, чем меньше частота следования импульсов и меньше величина коэффициента контрастности тока. На основании действующего ГОСТ 9497 Защитные светофильтры, можно утверждать, что при токе импульса 160А и токе паузы 30А невозможно подобрать светофильтр, одновременно удовлетво-

ряющий требованиям двух уровней тока. Значительно снизить воздействие на зрительную функцию сварщика можно при включении во время паузы дополнительных импульсов. Дополнительные импульсы длительностью $1\div 15$ мс снижают контраст светового потока в период паузы. Частота следования дополнительных импульсов во время паузы более 100 Гц значительно повышает технологические свойства процесса сварки [3] и одновременно снижает нагрузку на зрение сварщика. Частично этот процесс выполняется в и других работах, где авторы применяют дополнительные импульсы в паузе для повышения технологических свойств сварочной дуги. Однако, при всех положительных качествах, применение вспомогательных импульсов производится без учёта их воздействия на зрительную функцию сварщика.

В соответствии с [4], пульсации светового потока относятся к вредным производственным факторам. Допустимые параметры освещённости мест производства работ вне зданий устанавливаются [5]. Однако эти документы не устанавливают требований к пульсации светового потока при выполнении сварки. Не содержат рекомендаций по допустимым параметрам пульсации светового потока при сварке и паспорта предприятий изготовителей оборудования для импульсно-дуговой сварки. Если применить требования вышеуказанного СНиП, то коэффициент пульсации K_p при системе комбинированного освещения K_p от общего освещения в системе комбинированного не должен превышать 20 % т.е. мощность одного светового потока над другим не должна превышать 20%. Для импульсно-дуговых процессов такое сочетание мощности в периодах импульсов и пауз невыполнимо, так как это сводит к нулю технологические преимущества импульсной дуги.

С целью установления допустимых параметров светового потока при импульсно дуговой сварке необходимо проведение исследований влияния вышеуказанных его характеристик на функции зрения сварщика, а именно:

- утомляемость;
- влияние на нервную систему сварщика;
- отсутствие стробоскопического эффекта;
- влияние продолжительной работы с применением импульсно-дуговых способов сварки на зрительную функцию сварщика.

В зависимости от сложности проведения сварочных работ, величины конструктивных элементов свариваемых деталей и других параметров технологического процесса сварки, следует разделить сварочные работы по разрядам (группам) как это сделано в вышеуказанном СНиП [5].

Выводы: Для широкого внедрения импульсно-дуговых способов сварки необходима разработка и обоснование норм, устанавливающих области параметров, обеспечивающих сохранение функциональных возмож-

ностей сварщика на протяжении рабочей смены. А также возможное ограничение времени работы сварщика при выполнении сварки конструкций, где по причине технологической или экономической целесообразности необходимо применение импульсно-дуговой сварки, которая обеспечит качество выполнения сварки и сохранит здоровье сварщикам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Д.А. Дудко, В.С. Сидорук, С.А. Зацерковный, Н.М. Махлин, В.Г.Федотенков, В.Г. Векулов Технология ручной дуговой сварки покрытыми электродами с модуляцией параметров режима. // Автоматическая сварка. – 1991. – № 12. С.59 - 60.
2. ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. М.: ИПК Издательство стандартов – 1980.
3. А.с. 113618 Способ электродуговой сварки модулированным током / Р.И. Дедюх, А.Ф. Князьков, Н.А. Азаров, А.Г. Мазель/. – Оpubл. в Б. И., 1984, № 48.
4. ГОСТ 12.0.003-74 Опасные и вредные производственные факторы. М.: ИПК Издательство стандартов – 1995.
5. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. М.: ИПКИздательство стандартов, 1995 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Доклады на пленарное заседание

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ	3
<i>В.А. Ковалев</i>	
ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ШАХТЕРСКОГО ТРУДА: ПРИЧИНЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЙ	15
<i>Е.Л. Резников</i>	
ПУТИ СНИЖЕНИЯ ГАЗОВОЙ ОПАСНОСТИ ШАХТ	20
<i>Л.А. Шевченко</i>	
ВЛИЯНИЕ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА РЫНОК ТРУДА КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ	25
<i>Г.С. Трушина</i>	

Секция

Промышленная безопасность в современных условиях

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ (обзор)	31
<i>Л.А. Шевченко, М.В. Шевченко</i>	
МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ГЕНЕРИРОВАНИЮ ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ГОРНОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ	34
<i>В.В. Демин</i>	
СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПОДСИСТЕМЫ "ГОРНО-ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ"	37
<i>Т.В. Демина</i>	
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ГРАДОСТРОЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ	40
<i>Ю.А. Масаев, В.Ю. Масаев</i>	
НОВЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОМПЛЕКТНОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА РАБОТНИКА	44
<i>А.И. Фомин, Е.В. Макарова</i>	
ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРОДСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В РАМКАХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ГОРОДОВ	47
<i>О.А. Тойшева, М.А. Ячменева</i>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ПРОГНОЗА ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ УГЛЯ И ГАЗА ПРИ АНАЛИЗЕ И ЦИФРОВОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ГОРНОГО МАССИВА	50
<i>Ю.М. Игнатов, С.А. Цыганков</i>	

О ВЛИЯНИИ ВТОРИЧНЫХ ОСАДКОК ТРУДНООБРУШАЕМЫХ КРОВЕЛЬ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ	53
<i>В.В. Дырдин, А.А. Фофанов</i>	
ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ПРИСЕЧНОЙ ВЫРАБОТКЕ ПРИ БЕСЦЕЛИКОВОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ	55
<i>В.Ф. Демин, В.В. Журов</i>	
ГИДРАТОДИНАМИЧЕСКАЯ ГИПОТЕЗА ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ УГЛЯ, ПОРОДЫ И ГАЗА	59
<i>Г.К. Клюкин</i>	
ОСОБЕННОСТИ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД И УГЛЕЙ	62
<i>В.В. Дырдин, Т.И. Янина, А.А. Мальшин, А.С. Гумённый</i>	
ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА МЕТАНОВЫДЕЛЕНИЕ ИЗ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ	65
<i>Е.Н. Козырева, М.В. Шинкевич</i>	
СТРУКТУРА МЕТАНА В АТМОСФЕРЕ ШАХТ	67
<i>Б.М. Стефанюк, В.В. Сенкус</i>	
ВЛИЯНИЯ КАПТАЖА МЕТАНА ГАЗООТСАСЫВАЮЩИМИ ВЕНТИЛЯТОРАМИ НА МЕТАНООБИЛЬНОСТЬ ШАХТ	71
<i>М.В. Чередниченко</i>	
МЕТОДЫ ПРОГНОЗА ГАЗООБИЛЬНОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ МЕТАНООПАСНОСТИ ШАХТ	73
<i>М.В. Чередниченко</i>	
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ УВЛАЖНЕНИЯ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА	77
<i>И.С. Елкин, В.В. Дырдин</i>	
КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССОВ ВЛАГОНАСЫЩЕНИЯ И ПРОГНОЗ УСТОЙЧИВОСТИ УЧАСТКОВ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БОРТА КАРЬЕРА НА ОСНОВЕ ИНВЕРСИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗОНДИРОВАНИЙ	80
<i>С.М. Простов, Н.А. Смирнов</i>	
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ТЕХНОГЕННЫХ МАССИВОВ ГИДРООТВАЛОВ	83
<i>М.В. Гуцал, С.М. Простов, Р.Г. Клейменов, Е.А. Капралов, К.В. Чухнов</i>	
ОЦЕНКА РАБОТЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ САМОНАГРЕВАНИЯ УГЛЯ	87
<i>В.А. Портола, С.Н. Лабукин</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ БОРЬБЫ С АВАРИЯМИ В ШАХТАХ	90
<i>В.А. Портола, С.А. Син, А.А. Полуэктов</i>	

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВЛАГИ, ВЫДЕЛЯЮЩЕЙСЯ ПРИ НАГРЕВАНИИ УГЛЯ	92
<i>С.Н. Лабукин</i>	
ИСПЫТАНИЯ МАГНИТНЫХ ЛОВИТЕЛЕЙ БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА В СКВАЖИНАХ ДИАМЕТРОМ 287 мм И В ГЛУБОКИХ СКВАЖИНАХ	95
<i>М.Т. Кобылянский</i>	
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОХОДЧЕСКИХ СИСТЕМ	97
<i>М.Т. Кобылянский</i>	
ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ НИСХОДЯЩИХ СКВАЖИН С ОТБОЙКОЙ РУДНОГО МАССИВА ПЛОСКИМИ ЗАРЯДАМИ	101
<i>Л.М. Цинкер, Х.Х. Нагаев, М.В. Нагаев</i>	
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ	105
<i>Т.М. Черникова</i>	
О МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОПИСАНИИ РЕЖИМА НАГРУЖЕНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ДРАГЛАЙНОВ ПРИ ОЦЕНКЕ СРОКОВ ИХ БЕЗАВАРИЙНОЙ РАБОТЫ	108
<i>И.А. Паначев, К.В. Антонов</i>	
О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ВЛИЯНИЯ ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА СРОКИ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДРАГЛАЙНОВ	110
<i>И.А. Паначев, К.В. Антонов</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНИКО- ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА НАДЕЖНОСТЬ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ	114
<i>А.Г. Захарова, Н.М. Шаулева</i>	
ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОТРЕЗНЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ	117
<i>В.А. Коротков</i>	
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ПЕННОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ ДЛЯ РЕЗЕРВУАРОВ С НЕФТЕБИТУМОМ	119
<i>Н.М. Линдинау, В.А. Линдинау, Е.В. Марченко</i>	
ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ВОРОНКООБРАЗУЮЩИХ ВРУБОВ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ	122
<i>М.Д. Войтов, А.Б. Сабанцев</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ FMEA-АНАЛИЗА ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА	127
<i>К.С. Кремнев</i>	

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ГРАНСОСТАВА ВЗОРВАННЫХ ПОРОД И ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ШАГАЮЩИХ ЭКСКАВАТОРОВ	131
<i>И.А. Паначев, И.А. Насонов, А.Н. Путятин</i>	
ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОНДЕНСАТОРНЫХ УСТАНОВОК В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С ВЫШИМИ ГАРМОНИКАМИ	135
<i>Р.В. Беляевский</i>	
ОБЩИЕ ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	138
<i>В.М.Ефременко</i>	
МЕТОДИКИ РЕСУРСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СТАРЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ 6(10) кВ ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ОТ ДЕЙСТВИЯ СОБСТВЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ	142
<i>А.И. Сидоров, А.В. Коржов, Ю.В. Медведева, О.М. Малышева</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ СТАРЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ 6(10) кВ ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ОТ ДЕЙСТВИЯ СОБСТВЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ	145
<i>А.В. Коржов</i>	
ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ	148
<i>В.Г. Каширских, А.В. Нестеровский, А.П. Носков</i>	
ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	150
<i>В.Г. Каширских, А.В. Нестеровский, А.П. Носков</i>	
ОЦЕНКА РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА УСТАНОВКАХ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТЕШЛАМОВ	152
<i>С.М. Петров, И.А. Сумарченкова</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МАГНИТОЖЕСТКОЙ ЛЕНТЫ КОНВЕЙЕРА СО СТАЛЬНЫМ БАРАБАНОМ	157
<i>А.Ю. Захаров, С.В. Пешков</i>	
ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ	159
<i>Е.Ю. Шерстнев</i>	
ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ	163
<i>Е.Р. Абдулина, Т.Н. Абдулина</i>	
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТИ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ	166
<i>А.В. Неведров, А.В. Патин, Е.В. Жбырь</i>	

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗОН АКТИВНЫХ ПО ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ ПРОЯВЛЕНИЯМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГОРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	169
<i>Ю.М. Игнатов, С.А. Цыганков</i>	
НОВЫЕ СРЕДСТВА ИНИЦИИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗАРЯДОВ ВВ	173
<i>Ю.А. Масаев, В.А. Карасёв, В.В. Саяпин</i>	
ЭКСПРЕСС-МЕТОД ПРОГНОЗА ДОЛГОВЕЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ	175
<i>Т.М. Черникова</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ КОНВЕЙЕРОВ	177
<i>И.А. Лобур</i>	
ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	180
<i>В.Н. Матвеев, Т.Ю. Романенко</i>	
К НОВОЙ ПАРАДИГМЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	183
<i>В.С. Гершгорин</i>	
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ЖКХ	186
<i>В.Н. Матвеев, В.Е. Беков</i>	
ВЛИЯНИЕ ОТКЛОНЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПРОМЫШЛЕННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ	188
<i>О.А. Савинкина</i>	
К ОЦЕНКЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНКЕР-ИНЪЕКЦИОННОГО КРЕПЛЕНИЯ ПРИ ПРОХОДЕ УЧАСТКОВ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО НАКЛОННОГО СТВОЛА №2 ЗАО "РАСПАДСКАЯ-КОКСОВАЯ"	191
<i>В.А. Хямяляйнен, Ф.В. Кителев, А.Е. Майоров</i>	
СОСТОЯНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ КУЗБАССА	194
<i>П.И. Кушнеров, В.П. Доманов, Ю.А. Масаев</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В КЛИМАТИЧЕСКИХ КАМЕРАХ	198
<i>Н.В. Махонин, Н.И. Сидняев</i>	
ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ СИЛОВОГО ГИДРОЦИЛИНДРА НА ЕГО ЧАСТОТУ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ	210
<i>Г. Д. Буялич, В. В. Воеводин, К. Г. Буялич</i>	
АНАЛИЗ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК, КАК ИСТОЧНИКОВ ШУМА	212
<i>Я.А. Сериков, Е.М. Пархоменко</i>	
ПРОБЛЕМА ТЕРМИНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ МЕНЕДЖМЕНТА РИСКА В АСПЕКТЕ БЕЗОПАСНОСТИ	215
<i>А.Б. Тряпицын</i>	

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ ДИЗЕЛЬ-ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЛОКОМОТИВОВ И НАВЕСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИННОВАЦИОННОГО СПОСОБА СТРОПОВКИ И ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГРУЗА	219
--	------------

В.М. Тарасов

О ПОВЫШЕНИИ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КРЕПИ 2М142	227
--	------------

Г.Д. Буялич, А.В. Михайлова, В.И. Шейкин

Секция

Охрана труда в современных условиях

АНТИКРИЗИСНЫЕ МЕРЫ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА	233
--	------------

Н.В. Харченко, А.С. Леонова, Е.А. Тырышкина

НОВЫЕ ПОДХОДЫ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ ПО УСЛОВИЯМ ТРУДА	236
---	------------

А.И. Фомин, Е.В. Макарова, Г.Е. Седельников

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ХОЛОДА	244
--	------------

А.С. Рукавишникова, И.Ю. Бринк

ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАБОТНИКОВ СРЕДСТВАМИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ АТТЕСТАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ	248
--	------------

С.А. Карауш, Г.И. Ковалев

УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНОЙ ТРУДА НА ОСНОВЕ СТАНДАРТА OHSAS 18001:2007	251
--	------------

А.Н. Коротков, Г.М. Дубов, О.В. Лугина

ВИДЕОИНСТРУКТАЖИ ПО ОХРАНЕ ТРУДА – НОВЫЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ КОМПЕТЕНТНОСТИ РАБОТНИКОВ	254
--	------------

А.И. Фомин, Г.Е. Седельников

КОНЦЕПЦИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЕМ АТМОСФЕРЫ ОБЪЕКТОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	257
---	------------

А.В. Колмаков

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОГНОЗА ИНТЕРАКТИВНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА	259
--	------------

А.В. Колмаков

ОЦЕНКА ЗАПЫЛЕННОСТИ НА ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ	262
--	------------

М.В. Яценко, Е.В. Годалев

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ИМПУЛЬСНО-ДУГОВЫХ СПОСОБОВ СВАРКИ НА ЗРИТЕЛЬНУЮ ФУНКЦИЮ СВАРЩИКА	265
---	------------

А.Н. Смирнов, К.В. Князьков

VIII Международная научно-практическая конференция

Безопасность жизнедеятельности предприятий
в промышленно развитых регионах

60-летию КГУ–КузПИ–КузГТУ
посвящается

Том 1
Материалы конференции

Кемерово, ГУ КузГТУ
12 ноября 2009 года

Материалы конференции отпечатаны по оригиналам,
представленным авторами статей

Компьютерная верстка А.А. Соколовой

Подписано в печать 26.10.2009
Бумага белая писчая
Уч.-изд. л. 17,00
Усл. печ. 16,04
Заказ

Формат 60×84/16
Отпечатано на ризографе
Тираж 150 экз.

Заказ ГУ КузГТУ
650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28
Типография ГУ КузГТУ
650099, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а