

средством применения методов установления дифференциальной идентификации прецедентов реальной аварийной обстановке.

2. В работе установлены регрессионные зависимости, характеризующие влияние принимаемых решений на аварийные параметры объекта управления.

3. Возможность прогнозирования состояния оперативной обстановки на пожаре, используя сохраненные в базе знания прецеденты в виде вариантов причинно-следственных связей.

Список литературы

1. Соболев Г.Г. Горноспасательное дело .- 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1979. – 432 с., ил.
2. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом. Издание второе, переработанное и дополненное. М., «Недра», 1977, 223 С.
3. Алексеев А.М. Автоматизация построения онтологии ликвидации аварий на шахтах для экспертной системы / А.М. Алексеев / Гірнична електромеханіка та автоматика. – Д., 2009. – №83. – С. 88-94.
4. Алексеев А.М. Автоматизированная система поддержка принятия решений при ликвидации аварий на шахтах и рудниках / А.М. Алексеев, А.Н. Коваленко // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ, 2010. – № 9 (151). – С. 151–155.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Слесарєвим В.В.
Надійшла до редакції 15.10.2014*

УДК 622.87: 622.831:550.3

© М.Ю. Иконников

ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ УСЛОВИЙ НАКОПЛЕНИЯ ГАЗА МЕТАНА В ПОДРАБОТАННОМ УГЛЕПОРОДНОМ МАССИВЕ МЕТОДАМИ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

На основании шахтных исследований выявлены места повышенного поступления в горные выработки радона с непродолжительным сроком пребывания в атмосфере в смеси с метаном в зонах тектонических нарушений, что позволяет заблаговременно выявлять потенциально опасные по метану участки горных выработок.

На підставі шахтних досліджень виявлені місця підвищеного надходження в гірничі виробки радону з нетривалим терміном перебування в атмосфері в суміші з метаном в зонах тектонічних порушень, що дозволяє завчасно виявляти потенційно небезпечні за метаном ділянки гірничих виробок.

The research resulted in localization of the areas of increased inflow of radon mixed with methane into the tunnels in zones of tectonic disturbances, indicating intensiveness of desorption of methane and radon decay products from undermined strata. It allows us to control the gas composition of mine air and locate potentially dangerous segments.

Увеличение глубины добычи угля (средняя глубина превышает 700 м, а более 30 шахт отрабатывают пласты на глубинах 1000–1400 м) существенно

усложняет горно-геологические условия, в результате чего увеличивается вероятность выбросов пород, угля и газа, горных ударов, глобальных и локальных обрушений пород, завалов выработок, взрывов газа и пыли, что в совокупности предопределяет значительную аварийность горных работ, высокий уровень травматизма в угледобывающей отрасли и существенно снижает экономические показатели работы угольных шахт в целом [1].

Из 190 действующих шахт в Украине 90 % являются опасными по газу метану, а 60 % – по взрывам угольной пыли. Только за 10 лет в подземных выработках угольных шахт произошло 38 взрывов газа и пыли и 78 случаев воспламенения метана. Несмотря на сравнительно небольшую долю взрывов в общей аварийности, ущерб от них весьма значителен и сопоставим с последствиями от наиболее распространенных видов аварий [2, 3].

Увеличение метанообильности шахт, концентрация и интенсификация горных работ, привели к тому, что средствами вентиляции уже не удастся снизить содержание метана в рудничной атмосфере до норм, установленных «Правилами безопасности...» [4]. Широкое применение разработанных способов и средств дегазации угольных пластов, а также прогрессивных схем проветривания расширило диапазон использования высокопроизводительной техники, позволило освоить тысячный рубеж суточной добычи с одной лавы. Вместе с тем, даже комплексное применение нескольких способов и средств борьбы с метаном во многих случаях оказывается недостаточным, что вызывает необходимость дальнейшего совершенствования как способов и средств борьбы с газом в угольных шахтах, так и его контроля [1–5]. При этом особой уникальностью отличаются методы радиационного контроля газа радона [6–8].

С одной стороны, газ радон это мощный альфа-излучатель, который опасен для людей. Радон – радиогенный газ, образуется при распаде изотопов радия-226, радия-224 и радия-223 (отсюда его название), он не только радиогенный по происхождению, но и сам радиоактивный, довольно неустойчив: самый долгоживущий его изотоп радон-222 (радон) имеет период полураспада 3,8 суток, второй по «живучести» изотоп радон-220 (торон) – 54 секунды, а изотоп радон-219 вообще – 4 секунды. Радон-222 образуется в цепочке при распаде урана-238, радон-220 - член радиоактивного ряда урана-236 и тория-232. По энергетической дозе излучения газ радон (радон-222) приблизительно в 20 раз более значимый, чем торон. Радон-219 образуется в цепочке ядерных реакций при распаде урана-235, который в природных условиях встречается редко и в малых количествах, поэтому влиянием этого изотопа радона пренебрегают и при измерениях не учитывают.

Радон – это инертный газ (Rn, плотность 9,9 г/л, температура кипения – 61,8° С), не имеющий ни цвета, ни вкуса, ни запаха, он не вступает в химические реакции ни с одним обычным веществом, очень редкий по распространенности в атмосфере и концентрации в воздухе. Относительная плотность по отношению к плотности воздуха составляет 7,657, в связи с чем возможны накопления радона в подвалах, первых этажах зданий, нижних частях подземных выработок.

Распадаясь радон и торон выделяют тяжелые α -частицы с энергией 5,49 и 6,29 MeV соответственно, которые, попадая в организм человека, способны нанести его здоровью непоправимый вред, в тоже время кожа человека задерживает проникновение радона. Мало того, распад радона в свою очередь сопровождается последовательно образованием радиоактивных изотопов полония-218 (**RaA**) с периодом полураспада 3,05 мин и энергией α -частиц 6,00 MeV, свинца-214 (**RaB**) с периодом полураспада 26,8 мин, висмута-214 (**RaC**) с периодом полураспада 19,7 мин, затем полония-214 с периодом полураспада 164 мкс и энергией α -частиц 7,69 MeV, а распад торона – сопровождается образованием радиоактивных изотопов полония-216 с периодом полураспада 0,15 с и энергией α -частиц 6,78 MeV, свинца-212 с периодом полураспада 10,64 ч, висмута-212 с периодом полураспада 60,6 мин и полония-212 с периодом полураспада 304 нс и энергией α -частиц 8,78 MeV. Это основные продукты распада, кроме них еще излучаются α -, β -частицы и γ -кванты различных энергий, но в меньших количествах или менее энергетически значимы [9]. При контроле α -частиц, β -частицы и γ -кванты легко отсекаются приборами за счет их меньшей энергии.

Продукты распада радона и торона - твердые вещества, которые образуют так называемые аэрозоли - частицы настолько мелкие, что они могут очень долго находиться во взвешенном состоянии в воздухе и вместе с ним попадать в легкие, а при неблагоприятных условиях вызывать лейкемию или рак легких. Радон дает в среднем по различным оценкам от 50 до 90% той дозы облучения, которую регулярно получает каждый житель Земли, при этом реальные дозы могут весьма существенно (в несколько десятков раз) отличаться от усредненных.

Во многих странах установлены предельные величины среднегодовой эквивалентной равновесной объемной активности радона в воздухе для различных помещений, в среднем эти нормы колеблются в пределах от 50 до 200 Бк/м³. Для Украины согласно нормативному документу «Положению о радиационном контроле на объектах строительства и предприятиях стройматериалов Украины РСН-356-91» допустимые уровни среднегодовой эквивалентной равновесной концентрации радона в воздухе помещений строящихся и реконструируемых зданий и сооружений с постоянным пребыванием людей не должен превышать 50 Бк/м³.

В соответствии с «Руководством по оценке и контролю радиационной обстановки на угольных шахтах. КД 12.5.005-94» и «Нормами радиационной безопасности НРБ-76/87» шахтеры угольных шахт Украины отнесены к ограниченной части населения (категория Б), для которой установлен предел дозы за календарный год, равный 0,5 бэр (биологический эквивалент рентгена) для всего тела. Нормативное годовое время облучения для шахтеров принято равным 1700 ч в год, а годовой объем вдыхаемого рудничного воздуха - 2500 м³/год. Указанный выше предел дозы не будет превышен, если среднегодовой уровень только одного опасного фактора на рабочем месте не превзойдет следующего значения: 110 Бк/м³ для α -частиц или 50 мкР/ч для β -частиц и γ -излучения [10].

С другой стороны, радон из-за своих уникальных особенностей является оптимальным индикатором при различных геологических и геотехнических исследованиях. При этом не требуются никакие дополнительные источники радона, а используется тот фоновый радон, который независимо от нас уже имеется в природных условиях, причем везде, без исключения. Диффузия радона в горном массиве и его выделение с поверхности определяются эффективным коэффициентом диффузии, который зависит от многих факторов. Наиболее важными из них являются пористость, проницаемость и трещиноватость. Эти свойства среды существенно зависят от напряженно-деформированного состояния массива. Очевидно, что при сжатии массива проницаемость его снижается, а при разгрузке увеличивается.

Изотопы радия – твердые вещества, они не перемещаются в массиве, перемещается только инертный газ радон, который имеет высокую проникающую способность и стремится заполнить любые пустоты, следовательно, динамические изменения концентрации радона в приповерхностном слое выработки будет однозначно отражать динамические изменения напряженно-деформированного состояния породного массива в значительном объеме.

В отличие от методик контроля напряженно-деформированного состояния и тектонического строения породного массива, которые в принципе известны [1], а также учитывая теоретические обобщения [6–8], предложена методика оценки условий и природы накопления газа метана в подработанном массиве угольного забоя и сопряженных горных выработках на основе метода радиационного контроля инертного газа радона и продуктов его распада (**RaA**, **RaB**, **RaC**). Особенность методики заключается в том, что она учитывает факт идентичности условий накопления (а не образования) газов метана и радона в свободном пространстве, тогда как свойства их частично совпадают, а частично существенно различны. Кроме того, в настоящее время приборы радиационного контроля позволяют определять не только концентрации газов радона и торона, а и объемную активность (концентрации) дочерних продуктов распада радона-222 в воздухе.

Как и радон, газ метан (CH_4 , плотность 0,72 г/л, температура кипения – 164,5° С) не имеет ни цвета, ни вкуса, ни запаха. Относительная плотность составляет 0,554, в связи с чем возможны сосредоточения метана в верхних частях подземных выработок. Диффузионная способность метана в 1,6 раз больше, чем воздуха, вследствие чего он легко проникает через пористые перегородки. Метан вместе с воздухом горит и взрывается. В зависимости от соотношения концентраций метана и кислорода в воздухе возможны различные виды реакций при взрыве. Взрыв максимальной силы соответствует концентрации метана 9,5 %. Нижним концентрационным пределом взрывчатости метана (НПВ) обычно принято считать 5 %, а верхним пределом взрывчатости (ВПВ) – 16 %. При иных равных условиях наиболее легко загорается смесь воздуха с метаном при его содержании 7–8 %. Взрывом называют воспламенение, сопровождающееся ударной волной. Быстрый рост давления во фронте пламени, передаваемого от слоя к слою, рождает ударную волну, распространяющуюся со скоростью звука (330 м/с) [2, 3].

Основная причина внезапных взрывов пылегазовых смесей в угольных шахтах - это накопление недопустимых концентраций газа метана или угольной пыли, которых можно избежать, если заранее выполнять профилактические работы, а также временно приостанавливать добычу, что и производится во всех странах мира. Непосредственный повод для взрыва – искра, она может быть и естественного происхождения, но, чаще всего, возникает из-за грубого пренебрежения правилами безопасности. Взрывы пылегазовых смесей в принципе невозможны, если отсутствуют газ и угольная пыль в больших объемах.

Однако внезапное накопление метана возможно и в результате внезапного обрушения или выдавливания пород кровли горных выработок, выбросов угля и газа, внезапных прорывов метана при проведении буровых работ, но, чаще всего, «всплески метана» возникают при выполнении обычных технологических операций, поэтому их предупреждение или снижение их проявлений - весьма важная и актуальная задача. При этом, предложенная методика имеет принципиальное значение для определения времени и природы накопления газа метана.

Для понимания сути методики необходимо остановиться на основных концептуальных предпосылках:

1. Прежде всего, угольные месторождения осадочные по происхождению, достаточно метаморфизованные, поэтому как метан, так и радон в нетронутым углепородном массиве заполняет все свободное поровое пространство более или менее равномерно, в том или ином количестве.

2. Радон – весьма неустойчивый газ (период полураспада 3,8 суток для радона-222 и 54 секунды для радона-220), поэтому его наличие (количество), прежде всего, характеризует или источник образования, или путь проникновения газа от источника, или то и другое в комплексе.

3. В современных приборах радиометрического контроля реализуют метод Маркова (Томаса или другие модификации), для чего исследуемый воздух прокачивают в течение 5 мин через фильтр, например АФА-РСП10, со скоростью 10–40 л/мин, после чего дважды – с 1-й по 4-ю и с 7-й по 10-ю минуты после окончания отбора проб измеряют α -активность фильтра. Для определения объемной активности дочерних продуктов торона и внесения соответствующих поправок в значения объемной активности дочерних продуктов радона при необходимости производят третье (третье и четвертое) измерение активности фильтра в течение 30 мин через 5–24 ч после отбора пробы. Объемные активности вычисляют по известным формулам автоматически [11].

4. Поскольку газ радон имеет высокую проникающую способность и он прокачивается вместе с воздухом, то после прокачки сам радон на измерения уже не оказывает никакого влияния. Из-за отсечения по энергии β -частиц и γ -квантов энергетически значимы, как уже отмечалось, остаются радиоактивные изотопы газа радона-222: полоний-218 (**RaA**) с периодом полураспада 3,05 мин, свинец-214 (**RaB**) с периодом полураспада 26,8 мин и висмут-214 (**RaC**) с периодом полураспада 19,7 мин. Это основные временные характеристики, по которым можно производить обратный отсчет времени для определения условий накопления смеси газов в целом.

5. Следует обратить особое внимание на тот факт, что изотопы полония-218 (RaA) имеют период полураспада 3,05 мин, а изотопы полония-216 – вообще 0,15 с, то есть, уже к началу первого измерения после начала прокачки (7-я мин) больше половины изотопов полония-218 и практически все изотопы полония-216, которые осели на фильтре, уже распались, поэтому существенную роль играют и более «долгоживущие» изотопы. Таким образом, чем больше RaA, тем «свежее» газ. Если первое измерение N_1 (число зарегистрированных импульсов за вычетом фона) и второе измерение N_2 (с 12-й по 15-ю мин после начала прокачки) близки по величине, то это значит, что изотопов газа радона-222 на фильтре мало, а следовательно, и газа радона в атмосфере уже практически нет, а остались только твердые продукты распада газа торона (радона-220), поскольку период полураспада его одного из изотопов свинца-212 равен 10,64 ч.

6. Для предупреждения внезапных «всплесков» газа метана чрезвычайно важно заранее определить источники возможного поступления газа (угольный пласт, вмещающие породы, пласты-спутники, выработанное пространство, отслоения и пустоты). Метан из выработанного пространства можно удалить во время ремонтной смены, однако определить доминирующие источники метана в работающем забое практически невозможно, поэтому газ радон может служить природным индикатором для газа метана: чем больше долгоживущих изотопов в отобранной пробе, тем более длительное время проходили процессы его накопления. Поэтому в выработанном пространстве, суфлярах, где газы накапливались длительное время, будут преобладать газы с долгоживущими изотопами радона, а в газах, которые выделились непосредственно при разрушении угля и породы, еще сохраняются и короткоживущие изотопы.

Для проведения измерений применен радиометр эквивалентной равновесной объемной активности радона РГА-09МШ (совместная разработка ИГТМ НАН Украины и ЗАТ «Тетра» [1, 11], г. Желтые Воды), в комплект которого включен автоматизированный сигнализатор метана «Сигнал 5» (совместная разработка кафедры аэрологии и охраны труда НГУ Министерства образования Украины и завода «Червоний металіст» [2], г. Конотоп). В основу аппаратуры заложено измерение эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона-222 и торона (радона-220) в воздухе, а также объемной активности (концентрации) дочерних продуктов распада (ОА ДПР) радона-222 Po-218 (RaA), Pb-214(RaB), Bi-214 (RaC) при одновременном непрерывном контроле концентрации метана. При превышении допустимого уровня концентрации метана автоматически включается звуковой сигнал, рис. 1 [1].

В табл. 1 приведены результаты измерений радона в шахте им. А.Ф. Засядько, которые свидетельствуют, что наиболее опасными по радону являются исходящие вентиляционные потоки, водосборники, подвалы. В таблице выделены жирным шрифтом вертикальная колонка (результаты измерений с учетом торона) и две горизонтальные строчки (результаты измерений концентраций радона и метана) [12].

Таблица 1

Измерение радона прибором РГА-09МШ на шахте им. А.Ф. Засядько

Измеряемая величина	Подвал	Кабинет главного геолога, 3-й этаж	ВПС, горизонт 1235 м	18 вост. штрек			18 запад. конв. штрек			ЗКШ, горизонт 1235 м	Заезд из ЗКШ на ВУ №12	ВПС №2	ВВС №1	Водооборник		
				ПК 16	ПК 54	ПК 11	вход	сере- дина	забой						ПК 15	ПК 25
Са, Бк/м ³	47,63	8,166	8,153	5,444	12,24	10,88	25,85	10,88	28,58	34,02	9,527	89,82	59,88	14,97	68,04	47,63
Св, Бк/м ³	22,81	5,023	4,968	4,674	3,976	1,884	9,557	7,464	6,069	5,372	5,023	48,62	22,11	3,976	13,39	21,62
Сс, Бк/м ³	16,87	4,193	10,00	4,346	2,128	0,000	5,853	6,488	1,213	0,000	3,913	38,37	13,53	1,568	1,652	15,48
Сдпр, Бк/м ³	23,62	5,202	5,146	4,841	4,118	1,951	9,898	7,731	6,286	5,563	5,202	50,35	22,90	4,118	13,87	22,39
Сдпт, Бк/м ³	0,00	0,000	0,102	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Срад, Бк/м³	56,57	9,698	0,823	6,465	14,54	12,93	30,71	12,93	33,94	40,40	11,31	106,6	71,11	17,78	80,81	56,57
N ₁ , имп.	100,4	20,40	20,40	17,40	20,40	13,40	46,40	29,40	38,4	40,40	21,40	205,4	107,4	22,40	88,40	97
N ₂ , имп.	65,40	14,40	14,40	13,40	11,40	5,400	27,40	21,40	17,40	15,40	14,40	139,4	63,40	11,40	38,40	62
N ₃ , имп.	0,00	0,00	1,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Метан, %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,27	0,12	0,19	0,16	0,30	0,47	0,09	0,20*	-

Таблица 2

**Измерение радиона прибором РГА - 09МШ в выработке, которая пересекает два тектонических нарушения
и зону повышенного горного давления**

Измеряемая величина	Конвейерный ходок восточной уклонной лавы														МТажн. ХОДОК	
	ПК 13	ПК 42	ПК 56	ПК 57	ПК 58	ПК 90	ПК 100	ПК 110	ПК 120	ПК 130	ПК 140	ПК 150	ПК 160	ПК 170		ПК 176
Глубина м	1082	1095	1102	1104	1105	1115	1119	1120	1125	1134	1139	1142	1144	1145	1149	1154
Са, Бк/м ³	2,722	24,49	8,166	25,85	19,05	36,74	50,35	57,16	31,30	25,85	19,05	16,33	10,88	6,805	4,083	14,97
Св, Бк/м ³	11,99	8,511	13,39	12,69	10,25	11,16	10,46	13,25	7,325	8,720	8,720	5,581	9,766	5,930	5,581	2,093
Сс, Бк/м ³	13,47	4,909	13,98	9,25	8,07	5,487	1,869	3,731	2,121	4,874	6,275	3,164	9,181	5,534	5,687	0,000
Срад, Бк/м³	3,233	29,09	9,698	30,71	80,81	43,64	59,80	67,88	37,17	30,71	22,62	19,39	12,93	8,082	4,849	17,78
N ₁ , имп.	36,40	42,40	4,40	55,40	88,40	59,00	67,00	80,00	44,00	44,00	39,00	28,00	36,00	22,00	19,00	17,00
N ₂ , имп.	34,40	24,40	38,40	36,40	38,40	32,00	30,00	38,00	21,00	25,00	25,00	16,00	28,00	17,00	16,00	6,000
Метан, %	0,15	0,20	0,1	0,00	0,20	0,28	0,32	0,33	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31	0,33	0,27	0,24
v _г , м/с	-	-	-	-	-	1,2	1,2	0,8	0,6	0,8	0,6	0,38	0,45	0,65	0,45	0,6
						0,9	1,1	0,5	0,5	0,7	0,6	0,45	0,75	0,6	0,30	0,5

В табл. 2 приведены результаты измерений в конвейерном ходе восточной уклонной лавы, пересекающей на своем пути два дизъюнктивных тектонических нарушения (вертикальные колонки, выделенные жирным шрифтом) и зону повышенного горного давления (выделена курсивом). Измерения проведены совместно сотрудниками шахты им. А.Ф. Засядько и ИГТМ НАНУ. Оба тектонических нарушения имеют по несколько разрывов, охватывают зоны вдоль выработки примерно 100 и 50 м соответственно по ходу выработки. Зона повышенного горного давления достигает 200 м, находится между тектоническими нарушениями. Выработка в зоне «задавлена», остаточная высота около 2 м, о чем свидетельствует увеличенная примерно в 2 раза скорость вентиляционного потока (1,2 м).

Необходимо особо обратить внимание на тот факт, что в зоне повышенного горного давления в результате разрушения горных пород, трещиноватости не только выделяется повышенное количество радона, а и значительно преобладает количество короткоживущих изотопов над долгоживущими, то есть происходят процессы усиленного горного давления. В зонах тектонических нарушений содержание различных изотопов выравнивается, но сохраняется повышенное содержание радона и его изотопов.

Исследования газодинамических процессов проводились в соответствии с разработанной «Методикой исследования переходных аэрогазодинамических процессов и оценки параметров проветривания в горных выработках шахты им. А.Ф. Засядько».

Таким образом, проведенные исследования позволяют заблаговременно прогнозировать газовую ситуацию на выемочном участке, определять места интенсивного поступления радона и заблаговременно обнаруживать участки горных выработок с повышенным выходом метана для своевременного предотвращения достижения недопустимых его концентраций при управлении проветриванием. Это позволит повысить безопасность ведения горных работ, а также снизить убытки от простоев, обусловленных газовым фактором.

Список литературы

1. Геомеханічний моніторинг підземних геотехнічних систем / А.В. Анциферов, С.І. Скіпочка, А.О. Яланський та ін. - Вид-во «Ноулідж», 2010. - 251 с.
2. Голинько В.И. Контроль взрывоопасности горных выработок шахт / В.И. Голинько, А.К. Котляров, В.В. Белоножко. - Днепропетровск: Наука и образование, 2004. - 208 с.
3. Радченко, В. В. Ликвидация аварий в угольных шахтах / В. В. Радченко, С. Н. Смоленов, Г. М. Алейникова и др. - К.: Техника, 1999. - 320 с.
4. Правила безпеки у вугільних шахтах. НПАОП 10.0 - 1.01 - 05 / С.О. Сторчак, О.В. Агафонов, О.М. Брюханов та ін. - К.: Держнаглядохоронпраці України, 2005. - 400 с.
5. Булат, А.Ф. Научно-методические основы и реализация технологии дегазации углепородного массива - «газового горизонта» / А.Ф. Булат, Е.Ф. Звягильский // Материалы Международного энергетического форума «МЭФ СНГ-04». - Ялта, 2004. - Секция Уголь СНГ. - С. 1 - 4.
6. Способи оцінки небезпечних явищ в складних гірничо-геологічних умовах на базі вимірювань радіаційних випромінювань / В.Г. Перепелиця, А.О. Яланський, Т.А. Паламарчук, А.Г. Заболотній // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины. - Днепропетровск, 2004. - Вып. 50. - С. 142. - 148.

7. Фізичне обґрунтування працездатності та інформативності методу радіаційного випромінювання у вугільних шахтах / В. Г. Перепелиця, А. О. Яланський, Т. А. Паламарчук, А. Г. Заболотний // Вісті Донецького гірничого інституту. - 2004. - №2. - С. 147–154.
8. Теоретичне обґрунтування застосування методу радіаційного випромінювання як фактора використання виробничого контролю стану вуглепородного масиву / А.Ф. Булат, В.Г. Перепелиця, А.О. Яланський, Т.А. Паламарчук, І.О. Єфремов // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины. - Днепропетровск, 2006. - Вып. 66. - С. 3–14.
9. Кузьмичев В.Е. Законы и формулы физики / В.Е. Кузьмичев. - К: Наук. думка, 1989. - 864 с.
10. Радіаційна обстановка на шахтах Кривбасу / П.Г. Гагауз, В.М. Куроченко, Ю.М. Чарока, О.І. Молчанов, О.М. Беднарк // Охорона праці на підприємствах гірничо-металургійного комплексу. - Кривий Ріг: НДБПГ, 1998. - С. 3–9.
11. Радиометр эквивалентной равновесной объемной активности радона РГА-09МШ. Руководство по эксплуатации АЖАХ.412123.008 РЭ. - Желтые воды: Тетра, 2007. - 24 с.
12. Застосування методів радіометрії для контролю зміни напружено-деформованого стану масиву при вугледобуванні / В. Г. Перепелиця, А. О. Яланський, Т. А. Паламарчук, А. Г. Заболотний, І. О. Єфремов // Матер. III міжнародної наук.-практ. конф. «Промышленная безопасность и охрана труда». - Ялта. - 2008. - С. 79–87.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Голінком В.І.
Надійшла до редакції 02.03.2014*

УДК 628.46 /47/49

© С.Х. Авраменко, С.Ф. Гупало, Д.О. Сірченко

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ МІСТ ВІД ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ТА ШЛЯХИ ЇХ ЗМЕНШЕННЯ

На прикладі м. Дніпродзержинська виконано аналіз екологічних проблем від побутових відходів, причин та надано шляхи їх зменшення.

На прикладі г. Днепродзержинска выполнен анализ экологических проблем от бытовых отходов, причин и предложены пути их решения.

Collected the analysis of the problem of solid waste in Dneprodzerzhinsk, causes and propose of way their decision.

Вступ Поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) є однією з найактуальніших проблем сучасності. Переробка та утилізація відходів — складна і багатофакторна екологічна, економічна, технологічна та соціальна проблема.

Розвиток населених пунктів України, де на обмежених територіях зосереджена більшість населення і об'єктів господарської діяльності, перетворив проблему збору, переробки та розміщення твердих побутових відходів в значну з екологічної й економічної точки зору проблему національного значення стосовно: стану навколишнього середовища, збитку, що завдається здоров'ю населення, втрат значної частини вторинної сировини, збільшення необґрунтованих