

heniya Charnenak, Boris Khroustalev, Wendelin Wichtmann // Environmental and Climate Technologies, 2018, vol. 22. - P. 118–131

9. Родькин, О. И. Экономические аспекты производства возобновляемой энергии из древесины быстрорастущей ивы / О. И. Родькин // *Электронный Научный журнал СПбГУНиПТ, серия «Экономика и экологический менеджмент»*. - 2013. - № 2(13).

УДК 622.012.2: 628.5.05

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Рожков В.Ф., Соколова С.С.

Тульский государственный университет

В статье рассмотрена угольная промышленность, как один из значимых источников загрязнения атмосферного воздуха в районах размещения предприятий по добыче и обогащению угля. Рассмотрена проблема негативного воздействия угольных шахт на экологический баланс природной среды.

Предприятия угольной промышленности оказывают существенное негативное влияние на различные компоненты окружающей среды: атмосферный воздух, земельные и водные ресурсы, флору и фауну. В процессе производства горных работ как открытым, так и подземный способом происходит изъятие из землепользования и нарушение земель, в том числе сельскохозяйственного и лесохозяйственного назначения, загрязнение вредными веществами почвенного покрова на прилегающей к горным отводам территории.

Удельный вес отходов образующихся в результате эксплуатации шахт, расположенных на территории бывшего СССР, в общемировом балансе составляет значительную часть: метана более 23 %, углекислого газа до 19 %, сточных вод 25 %, и породы около 22 %. Попутный выход газообразных вредностей обуславливает повышенное загрязнение атмосферы в зоне действия угольных предприятий, при этом источниками загрязнения воздуха являются котельные установки, оборудование технологического комплекса на поверхности шахт, аспирационные системы промышленной вентиляции, породные отвалы и угольные склады.

Выбрасываемый в атмосферу рудничный воздух обогащен газообразными примесями, выделяемыми из пород полезных ископаемых или шахтных вод (CH_4 , CO_2 , H_2 , H_2S и др.), газами, образующимися при взрывных работах (CO_2 , CO , SO_2 , H_2S , NO_2 и др.), газами выхлопа автомобильных двигателей (углеводороды, бенз(а)пирен, сажа, акролеин, формальдегид, CO , CO_2 , NO и др.). Из перечисленных наиболее опасным является циклический ароматический углеводород бенз(а)пирен, накопление которого в организме в количестве 1 мг вызывает раковое заболевание. В атмосферу земли из подземных выработок поступает ежегодно около 0,2 млн.т пыли, причем с учетом аварийных ситуаций эта величина многократно возрастает.

При разработке газообильных угольных месторождений выделяется метан и двуокись углерода. Эти компоненты по объему в значительной степени преобладают над другими. Количество выделяющегося метана в сверхкатегорийных шахтах может достигать сотен кубометров на тонну добываемого топлива. Так, 29 шахт Карагандинского бассейна выделяют метана 960 млн.м³/год, углекислого газа 140 млн.м³/год. Технологические процессы производства, связанные с добычей, транспортировкой, складированием угля, вскрышных и вмещающих пород, обогащением, переработкой и сжиганием угля, сопровождаются выбросом в атмосферу большого количества твердых и газообразных вредных веществ, загрязняющих атмосферный воздух.

Основными источниками выделения пыли в окружающую среду являются погрузочно-разгрузочные операции на поверхностных комплексах шахт и обогатительных фабрик, а также породные отвалы.

М.И. Волохов [1] указывает, что запыленность воздуха зависит от характера технологических процессов на поверхности шахт, степени благоустройства, озеленения поверхности и в различных районах неодинакова. Так, на некоторых рудниках Урала она составляет – 0,3-2,1 мг/м³; Кривого Рога – 0,3-1,2 мг/м³; Джезказгана – 2,5 - 8,1 мг/м³. Кроме того, на запыленность атмосферного воздуха немалое влияние оказывает и скорость ветра на поверхности. Наименьшая запыленность наблюдается при скорости до 4 м/с. При повышении скорости ветра, когда пыль поднимается с поверхности земли, и при тихой погоде, когда пыль, образующаяся на отвалах, автодорогах и т.д., не уносится из района шахты, концентрация пыли в воздухе повышается.

Прием угля, дробление, грохочение – операции, которые обеспечивают первичную обработку горной массы. При любой схеме расположения аппаратов для выполнения этих операций главными связующими звеньями являются транспортные средства. На их долю приходится около 60 % от общего числа оборудования, причем до 95 % этих средств составляют ленточные конвейеры. Наиболее высокая запыленность наблюдается в местах выгрузки угля из бункера, где при отсутствии мер пылеподавления она может достигать нескольких тысяч миллиграммов в одном кубическом метре.

Доля выгрузки из бункера и загрузки углем вагонов в общем балансе пылевыведения составляет до 85 %. При прочих равных условиях интенсивность пылевыведения у перегрузочных узлов повышается с увеличением плотности загрузки, высоты и угла наклона желоба, степени раздробленности угля. Существенный фактор, влияющий на пылевыведение - влажность угля. При увеличении скорости движения лент до 2 м/с происходит выделение пыли в результате сдувания ее воздухом, просыпания угольной мелочи при движении холостой ветви конвейеров, измельчения угля между лентой и барабаном и др.

Значительный объем пыли выделяют в атмосферу породные отвалы. Под действием изменяющейся температуры воздуха, осадков, ветра, тепла, выделяющегося в результате окислительных процессов угля и углистых составляющих пород, происходит саморазрушение кусковой породы с образованием некоторой доли пыли. В сухую погоду эта пыль ветром выдувается из отвала и уносится на значительные расстояния, загрязняя атмосферу. По данным пылевых лабораторий ВГСЧ, запыленность воздуха вблизи породных отвалов колеблется в пределах 0 – 90 мг/м³. Концентрация пыли в воздухе с подветренной стороны отвала на расстоянии 150 м, при скорости ветра 3 – 3,5 м/с и влажности воздуха 90 % составляет 10 – 15 мг/м³. Загрязнение воздуха на промплощадке еще более увеличивается, при горении отвала.

Особую опасность для близлежащих населенных пунктов и окружающей среды представляют горящие породные отвалы. Они загрязняют воздух пылью и продуктами горения, содержащими вредные и ядовитые газы. Последние могут достигать опасных концентраций не только в непосредственной близости от самих отвалов, но и на расстоянии 2 – 3 км от них. Следует отметить, что зона техногенного воздействия угольных пред-

приятый выходит далеко за пределы промплощадок, горных и земельных отвалов.

С отвалов ветер сдувает сотни тысяч тонн пыли, примерно третья часть их являются горящими. При сгорании 1 кг породы происходит загрязнение до опасного предела – 6,7 – 8,7 млн. м³ атмосферного воздуха. Из горящих отвалов в атмосферу выделяется около двух десятков вредных веществ: оксид углерода, углекислый газ, сернистый газ, серный ангидрид, сероводород, сероуглерод, серооксид углерода, оксиды азота, серная кислота, цианводород, аммиак, цианиды, тиоцианаты и др.

В течение года на породные отвалы выпадают атмосферные осадки, которые, фильтруясь через тело отвала, значительно меняют свой химический состав. Под воздействием дождевых и талых вод происходит процесс естественного выщелачивания металлов из материала отвалов с образованием загрязненных стоков, в которых содержание тяжелых металлов в сотни, раз превышает предельно допустимые концентрации для рыбохозяйственных водоемов. Меняется и кислотность вод. Наряду с растворенными веществами техногенные потоки переносят от отвалов большое количество коллоидных соединений и механических взвесей, среди которых значительную роль также играют соединения серы [2]. Дождевые воды, попадая на отвалы, растворяют значительное количество опасных химических элементов и насыщают ими грунтовые воды. Продукты ветровой эрозии влияют на окружающую среду на расстоянии до 100 км от источника загрязнения. Зона загрязнения продуктами водной эрозии меньше, но, попадая в грунт, водоем и источник водоснабжения, они «крадут» и без того дефицитные водные ресурсы. Таким образом, кроме загрязнения воздуха, терриконы и отвалы вследствие дренажа сквозь них дождевых и талых вод интенсивно портят поверхностные и подземные воды токсичными элементами угля и вмещающей его породы [3]. Фильтрационные воды, стекая с территории породных отвалов к местным базисам эрозии, оставляют некоторую часть химических элементов в почвах. В результате чего образуются ареалы загрязнения, с закономерным уменьшением концентраций элементов с удалением от породных отвалов.

В ходе переноса промышленных выбросов техногенным потоком имеет место трансформация материалов-загрязнителей. Вещества загрязнители, создавая техногенные потоки, могут распространяться на значительные расстояния от источника (до

40 км), образуя при взаимодействии с осадками кислотные дожди. Пирит, служащий основным источником поступления в почву серной кислоты, быстро окисляется и воздействует на почву непосредственно вблизи источника загрязнения.

Растворы, которые проникают в почву с отвалов, нередко имеют высокие концентрации серной кислоты, сульфатов, что способствует переходу отдельных элементов в подвижные формы. Более устойчивые к выветриванию уголь и углефицированная порода переносятся на значительные расстояния и служат источником поступления в почву серы и тяжелых металлов. Это объясняется тем, что в результате воздействия на поверхность отвалов температуры, осадков, ветра, внутреннего тепла крупные куски породы рассыпаются до размеров пыли, которую в сухую погоду сдувает ветер и уносит на значительные расстояния, загрязняя атмосферу. Имеет место ветровая эрозия. В 150 м от отвала концентрация пыли при скорости ветра 3,5 м/с и влажности воздуха 90 % может достигать 10-15 мг/м³.

По характеру и степени техногенного загрязнения выбросами в атмосферу в зоне действия угледобывающей промышленности выделяются три зоны:

- зона максимального непосредственного загрязнения, 0,1 – 0,5 км от источника загрязнения (вокруг отвала, например, концентрации диоксида углерода и оксидов, серы на расстоянии 300 м от горящего отвала могут достигать 125 и 1,65 мг/м³ соответственно. Чернозем утрачивает по всем параметрам присущие ему свойства до глубины 60 см);

- транзитная, 0,5-2 км; характерно повышенное содержание серы, декарбонизация поглощающего комплекса до глубины 40 см;

- аккумулятивная, 2-5 км; выделяется повышенным содержанием углерода тяжелых металлов в пахотном горизонте почвы.

Известно, что почвы обладают способностью депонировать загрязняющие вещества и могут быть длительное время вторичным источником загрязнения. Загрязнение атмосферы и почвогрунтов сказывается на состоянии водной среды. Кроме того, подземные и поверхностные воды имеют гидравлическую взаимосвязь, в результате чего загрязнение поверхностных вод токсичными и вредными химическими веществами влечет за собой загрязнения подземных вод и наоборот.

Откачка шахтных карьерных вод приводит к изменению гидрогеологического режима подземных вод, выражающемуся в образовании депрессионных воронок, истощении запасов под-

земных вод водоносных горизонтов, в том числе используемых в качестве подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, понижении уровня грунтовых вод и в некоторых случаях иссушением почвенного слоя.

Горнодобывающая промышленность и угольная промышленность в частности оказывают негативное влияние на все компоненты природной среды. На территории России горнодобывающей промышленностью нарушено при добыче бурого и каменного угля открытым и подземным способами более 110 тысяч гектар. Первоначально под негативное воздействие попадают недра, воды, атмосферный воздух, растительный и животный мир. Во-вторых, в результате добычи образуется большое количество отходов производства, которые составляют большую часть массы породы, извлеченной из недр.

В настоящее время на значительной части мест, где добывают уголь, под воздействием горного производства сформировались техногенные ландшафты. Они характерны не только формами рельефа, которые им придают различного типа породные отвалы (прежде всего терриконы), но и наложением на природные зоны геохимических, а иногда и геофизических аномалий. Воздействие горного производства на природные ландшафты связано также непосредственно с нарушением почвенного покрова, выведением из хозяйственного оборота части сельскохозяйственных земель.

Медико-санитарные исследования свидетельствуют о том, что уровень заболеваемости и продолжительность жизни населения, проживающего в зоне влияния породных отвалов, выше, чем на других территориях. Комфортность жизни здесь ниже, а временная нетрудоспособность случается чаще и продолжается дольше [4].

Таким образом, результатом воздействия экологических аспектов является запыление и загрязнение атмосферы прилегающих территорий, загрязнение земель и водного бассейна, сокращение срока службы оборудования, зданий и сооружений, снижение продуктивности сельскохозяйственных угодий, рост заболеваемости живых организмов, отрицательное влияние на флору и фауну.

В результате загрязнения нарушается экологический баланс природной среды, отрицательно отражается на здоровье людей и их работоспособности, ухудшаются технико-экономические показатели и снижается эффективность деятельности предприя-

тий и отрасли в целом. Все это вызывает необходимость разработки и проведения соответствующих природозащитных мероприятий, эффективность которых во многом определяется точностью оценки состояния окружающей среды и величины причиняемого экологического ущерба.

Основой предупреждения загрязнения воздушного бассейна вредными примесями, поступающими из шахт, является использование комплекса мер и технических средств борьбы с пылью и газами во всех технологических процессах добычи и первичной обработки полезного ископаемого. При этом особенно надо выделить разработку таких технологических процессов производства, которые бы в максимальной степени имитировали природные процессы, т.е. создание малоотходных технологий производства, позволяющих утилизировать вредные для биосферы вещества, а также оснащение предприятий газо- и пылеулавливающей аппаратурой повышенной эффективности с возможным последующим использованием выбрасываемых веществ.

Экологизация технологических процессов (в первую очередь создание замкнутых технологических циклов, без- и малоотходных технологий, исключающих попадание в атмосферу вредных загрязняющих веществ) – наиболее радикальная мера охраны воздушного бассейна от загрязнения.

Несмотря на преимущества данного направления, нынешний уровень экологизации технологических процессов еще недостаточен для полного предотвращения пылегазовых выбросов в атмосферу. Поэтому повсеместно используются различные локальные методы очистки отходящих потоков загрязненного воздуха от аэрозолей (пыли) и токсических газо- и паробразных примесей, а устройство очистных сооружений остается все еще одной из основных мер по охране атмосферного воздуха.

Библиографический список

1. Волохов М.И., Трусов Ю.В. *О запыленности воздуха поступающего в шахты*//Труды ин-та горного дела АН. Каз. ССР.- Вып.23.-1966.-С.102-103.
2. Горбунова, К. А., *Техногенное воздействие на геологическую среду Пермской области* / К. А. Горбунова, Н. Г. Максимович, В. Н. Андрейчук. – Пермь, 1990. – 44 с.
3. Бурлака, В. В. *Шахты и экология (Экологические проблемы угольной промышленности Украины)* / В. В. Бурлака, В. Г. Назарчук // ТЭК. – 2006. – №7. – С. 15 – 20.

4. Майдуков, Г. Л. Комплексное использование угольных месторождений Донбасса как основа экологической безопасности и энергосбережения в регионе / Г. Л. Майдуков // *Економічний вісник Донбасу*. – 2007. – №4 (10). – С.12 – 19.

УДК 502.17: 546.296

МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ РАДОНА В РОДНИКАХ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Савинова Л.Н., Вакунин Е.И., Коряков А.Е.
Тульский государственный университет

Представлены результаты гамма-спектрометрических измерений содержания радона и дочерних продуктов его распада в 47 источниках водоснабжения Тульской области. Дано геологическое обоснование повышенному содержанию радона в источниках Тульской области. Установлена прямая корреляция между среднегодовой удельной активностью радона и уровнем новообразований у населения.

Тульская область характеризуется повышенным естественным радиационным фоном. Основной вклад в естественную радиоактивность и в уровень облучения окружающей среды и человека за счет естественных источников радиации вносит радон и дочерние продукты его распада. Повышенное содержание радона в водных источниках может рассматриваться как показатель потенциальной радоноопасности территории.

Земная кора с самого начала своего образования содержит естественные радиоактивные элементы, создающие естественный радиационный фон. В горных породах, почве, атмосфере, водах и тканях живых организмов присутствуют радиоактивные изотопы калия-40, рубидия-87 и члены трех радиоактивных семейств, берущих начало от урана-238, урана-235 и тория-232. После длинной цепи преобразований образуются, в конце концов, стабильные изотопы свинца.

Единственным газообразным продуктом, который рождается в процессе распада трех семейств ЕРЭ, является радон. Три α -радиоактивных изотопа радона встречаются в природе как члены естественных радиоактивных рядов: Rn-219 (член ряда актиноурана, период полураспада 3,92 сек); Rn-220 (ряд тория, период полураспада 54,5 сек) и Rn-222 (ряд урана - радия, период