

Г.Л. Майдуков,
академик МАНЭБ, кандидат технических наук,
Донецкий научно-исследовательский угольный институт

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДОНБАССА КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В РЕГИОНЕ

Глобальный экологический кризис приобрел актуальное значение для будущего человечества и самой цивилизации. Этот кризис имеет глубокие философские корни, поскольку касается каждого и носит интернациональный характер.

Возникновение и обострение противоречий между обществом и природой становится небезопасным в результате все большего вовлечения в промышленное производство естественных ресурсов, высоких темпов урбанизации населения, глобализации экономики и все возрастающих требований человечества к уровню комфортности. Экологическая проблема носит извечный характер и, строго говоря, неразрешима. Возможно лишь снизить порог экологического напряжения системными и эффективными действиями как каждого человека, так и мирового сообщества в целом. Продуктивность идей акад. В. И. Вернадского о ноосфере и аутотропности человечества, о стремлении человеческого разума гармонизировать природный и социальный мир [1] исторической практикой не подтверждается. Напротив, вместе с возрастающей независимостью человечества от природы одновременно увеличивается его зависимость и интегрированность в природную среду.

Экологическая проблема порождена и получила негативное развитие по вине самого человека. «Мы не имеем более могучего дробителя материи, чем живое существо, — писал В.И. Вернадский. — Поэтому в промышленной деятельности необходимо не только и не столько создавать то, чего не было и нет в природе, но, главное, «прислушиваться» к ней, приспособливаться к ее сложной и совершенной архитектонике, всемерно развивать принцип наследования в природе» [1]. Именно эта философская парадигма стоит у истоков развития всех ответвлений экологической науки, которая зиждется на физике, химии, технике, экономике, праве и т.д.

Идеальной с точки зрения природопользования является такая форма организации хозяйства, когда нет отходов производства и потребления. В этом случае не только утрачивают смысл такие экологические категории, как «выбросы», «сбросы», но и обеспечивается максимально возможный баланс в системе при-

родопользования. Именно этот принцип является одним из краеугольных камней философии устойчивого социального и экономического развития человечества, провозглашенной ООН в качестве девиза мирового сообщества в «Повестке дня на XXI век».

Однако, по-видимому, не все проблемы, связанные с экологией, могут быть решены исключительно путем совершенствования системы управления природопользованием, поскольку роль самого человека (это его нравственность, экологическая культура, демократизация управления, уровень технического развития общества и многое другое) в гармонизации отношений с природой приоритетна. В контексте гармонизации связей между человеком и природой Герберт Уайт рассматривает весь комплекс экологических проблем и сохранения природных ресурсов и систем глобального жизнеобеспечения.

Вместе с тем реализация всех предпосылок идеальной гармонизации отношений человека с природной средой не укладывается в общепринятые представления, возможно, из-за господствующего в экологии отраслевого подхода в управлении природопользованием, что противоречит принципам внутренней организации природных систем и, что очень важно, не соответствует объективно существующей структуре групповых и общественных интересов.

В рамках всех этих обстоятельств Донецкая область является ярким примером непримиримых противоречий человека и окружающей среды. Не вдаваясь в частности, следует признать, что наша область остается одним из самых активных загрязнителей природной среды в Украине. Является ли это неизбежностью и данностью уровня научно-технического развития человечества в нашу эпоху?

Попытаемся ответить на этот вопрос в контексте хорошо известного нашим читателям угольного производства.

Начнем хотя бы с того, что горное производство вообще и угольное в частности оказывают разрушительное влияние на окружающую природную среду. С одной стороны, в сфере его негативного экологического воздействия оказываются водный и воздушный бассейны, земная поверхность, недра, фауна и

флора, т.е. все элементы окружающей природной среды. С другой стороны, в процессе добычи и переработки полезных ископаемых образуется значительное количество различных отходов непосредственного производства, превосходящих по массе товарную продукцию. Поэтому их комплексное использование является не только основой безотходного производства, но и является, пожалуй, самым радикальным способом снижения техногенной нагрузки на природную среду и важным источником экономии овеществленного труда и природных ресурсов.

По степени воздействия на биосферу угольная промышленность лидирует среди других отраслей промышленности, оказывая вредное влияние на поверхностные и подземные воды, почвенный покров, недра и ландшафт. И только по воздействию на воздушный бассейн она уступает химической, нефтеперерабатывающей, металлургической и топливно-энергетической отраслям.

Рассмотрим отходы угольного производства как возможный сырьевой ресурс.

Твердые отходы производства. В отвалах угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий Донбасса накопилось до 4 млрд тонн твердых отходов. Они как природный ресурс не используются. Привлекательным с точки зрения маркетинга является то, что овеществленные затраты труда на «производство» попутных отходов, в частности, породных, требуют меньших затрат, чем на прямую добычу.

Порода перегоревших отвалов представляет собой высокоминерализованную (94,5%) сухую смесь различных минералов (содержание влаги <2,0%). Окислы кремния, железа и алюминия составляют в среднем соответственно 61,6; 9,0 и 21,4% от общей массы отобранных проб. Содержание общей серы колеблется от 0,04 до 15,41% [2].

С угольными пластами и вмещающими породами парагенетически связаны химические элементы, в том числе и редкоземельные. Из 70 обнаруженных 16 представлены в породе и угле устойчиво. В ряде случаев их концентрация выше чем в традиционно используемом минералогическом сырье. Так, например, масса германия, содержащегося в углях, ежегодно сжигаемых в топочных устройствах, превышает его мировое потребление в 20 раз [2].

Не останавливаясь подробно на результатах маркетинговых исследований породных отвалов, хвостохранилищ, шламонакопителей, заметим, что содержащееся в них сырье пригодно для широкого промышленного использования в качестве легких неорганических заполнителей бетона, производства строительной керамики, вяжущих материалов в безклинкерном цементе, химическом производстве, строительстве и т.д.

Однако породные отвалы — это не только потенциальный ресурс для промышленного производства, но и источник загрязнения атмосферы продуктами эрозии и горения, загрязнения почвы и поверхностных водоемов продуктами, содержащимися в отвалах и смытыми атмосферными осадками, а также загрязнения химическими элементами подземных вод в процессе инфильтрации атмосферных осадков сквозь толщу пород отвалов и почву. Поэтому экономическая оценка использования породы как промышленного сырья должна содержать в себе экологическую составляющую, т.е. снижение ущерба, наносимого окружающей природной среде, и уменьшение экологических начислений за отвод земельных участков и размещение на них породных отвалов.

Породные отвалы, пруды-отстойники и хвостохранилища в районах угледобычи за двести с лишним лет внесли глубокие региональные изменения в природный ландшафт Донбасса. В настоящее время на значительной части Донецкой и Луганской областей 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 природный ландшафт Донецкого края связано также непосредственно с нарушением почвенного покрова, выведением из хозяйственного оборота части сельскохозяйственных земель. В результате косвенного воздействия этих инженерных сооружений изменяется режим и состояние подземных вод в результате инфильтрации атмосферных осадков сквозь толщу породы и почву, а минерализованных и загрязненных — сквозь дамбы и обваловку хвостохранилищ.

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. Следует заметить, что исследования почв в зонах породных отвалов выявили наличие в них большинства токсичных элементов всех трех классов опасности. Однако в подавляющем большинстве случаев они не превышают предельно допустимых концентраций и на исследованной территории не имеют сплошности.

Необходимо между тем признать, что современная экологическая наука не всегда в состоянии описать сложный механизм взаимодействия множества эколого-биологических процессов и предсказать ре-

зультаты, связанные с развитием процессов в перспективе. Поэтому итоговая величина и состав нанесенного ущерба окружающей среде и здоровью людей непредсказуемы и не могут рассматриваться как сумма кумулятивного эффекта. Все эти обстоятельства значительно усугубляются тем, что экологическое состояние атмосферы, гидросферы и литосферы находятся в неразрывной причинно-следственной зависимости.

Шахтные воды. Химический состав подземных вод формируется под влиянием солей, которые вымываются из пород при инфильтрации поверхностных вод. Углекислота, которая содержится в поверхностных водах, и кислород увеличивают растворимость карбонатов, кальция и магния. Полевые шпаты и алюмосиликаты растворяются более медленно. Практически нерастворенными остаются каолинит, иллит, монтмориллонит. Гипс, мирабилит предопределяют увеличение концентрации сульфатов. Источником ионов хлора в воде является галлит. Происхождение хлоридных вод в глубинных горизонтах связывают также с водами существовавших ранее морскими бассейнами на этой территории. В результате миграции по сбоям и пустотам, соединяющим большинство шахт Донецкого бассейна, концентрация этих веществ возрастает. Геологические условия и минералогическая среда не единственные факторы, которые влияют на состав шахтной воды. По мере проникновения воды в шахту и ее продвижения в направлении водоотлива, она, проходя по выработанному пространству и горным выработкам, загрязняется взвешенными веществами, нефтепродуктами и обогащается бактериологически, пополняется химическими веществами, а в ряде случаев приобретает кислую реакцию.

Состав шахтных вод формируется также под воздействием атмосферных осадков и поверхностного стока, когда потоки талых и дождевых вод увлекают за собой не только вещества, выпавшие на земную поверхность в виде выбросов промышленных предприятий, загрязнений от антропогенной деятельности и т.д., но и насыщаются продуктами разрушения и растворения горных пород, находящихся под поверхностным грунтом. Водные потоки при этом подхватывают и переносят горные породы, разрушившиеся в результате воздействия ветра и живых организмов, солнечных лучей и морозного выветривания. Таким образом, шахтная вода представляет собой сложную динамическую систему, содержащую в своем составе газы, минеральные и органические вещества, находящиеся в истинно растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии.

Основными компонентами шахтной воды явля-

ются натрий, кальций, магний, бикарбонаты, хлориды, сульфаты. Сочетание преобладающих в воде ионов характеризует ее химический тип. Распределение шахт Донбасса производится по химической принадлежности воды к соответствующему классу, определяемому по преобладающему в ней типу химических элементов (сульфаты, хлориды, гидрокарбонаты), в сочетании с натрием, кальцием, магнием (классификация С. А. Щукарева). При такой классификации в Донбассе треть воды относится к чисто сульфатной, 54,1% — с преобладанием сульфатов и только 16,4% — с преобладанием хлоридов и гидрокарбонатов [3].

Жесткость шахтной воды обусловлена наличием в ней солей кальция и магния. В зависимости от состава вмещающих пород в шахтной воде содержатся также железо, алюминий, марганец, кремний, медь, цинк, биогенные вещества, фосфор, азот в виде нитритов, нитратов и аммиака, и другие микроэлементы.

Среди газов, содержащихся в шахтных водах, наиболее распространены азот, кислород, углекислота, сероводород, метан. Газовый и ионный состав воды тесно связаны друг с другом. Так, с увеличением концентрации растворенных в воде солей растворимость газов падает. В свою очередь, наличие в воде растворенных газов влияет на переход в раствор некоторых солей, а дегазация воды может повлечь частичное выпадение их в осадок. Особенно велика роль углекислого газа, от содержания которого зависит карбонатное равновесие. Воды с повышенным содержанием углекислого газа становятся агрессивными по отношению к карбонатным породам.

По солесодержанию шахтные воды Донбасса подразделяются на пресные (12,3%), солоноватые (60,7%), засоленные (25,4%) и соленые (1,6%).

Оценки воды по общей жесткости в соответствии с классификацией, предложенной О.А. Алекиным, свидетельствует, что 90,6% шахт и шахтоучастков сбрасывают в природные водоемы жесткую и очень жесткую воду [3].

В значительной мере уровень минерализации и состав соли являются имманентными региону или его горно-геологическим и промышленным зонам. Поэтому радикальным образом изменить состав и концентрацию солей в шахтной воде в процессе ее миграции с земной поверхности в горные выработки шахты с помощью современных инженерно-технических средств не представляется возможным. И наоборот, взвешенные вещества, содержащиеся в шахтных сбросах, — это прямой результат производственной деятельности. Их концентрация, гранулометрический состав в значительной степени зависят от уровня технологической и производственной дисциплины, соблюдение регламента работы во всех звеньях цепи очистных сооружений, а

прежде всего — от культуры содержания шахтных водосборных и водосбросных систем.

Существующие системы очистки шахтных вод не обеспечивают требуемых кондиций. В результате тонкодисперсные взвеси заиливают русла рек, а содержащиеся в шахтной воде минеральные вещества превышает допустимые нормы и делают ее непригодной для орошения, коммунальных и производственных нужд. Содержащийся в воде ионы тяжелых металлов адсорбируются органическими коллоидами и в соединении с гуминовыми кислотами образуют металлоорганические комплексы, которые накапливаются в донных отложениях и создают угрозу безопасности жизнедеятельности.

О низкой экологической эффективности систем очистки шахтных вод как средства защиты природных водных объектов от загрязнений свидетельствует и то, что почти весь объем шахтных сбросов природоохранные службы квалифицируют как недостаточно очищенный. Строго говоря, ни горизонтальные отстойники, ни пруды-осветители средствами деминерализации не являются, а их потенциальные возможности для извлечения взвесей из-за высокой дисперсности глинистых и фьюзеновых материалов весьма ограничены. Таким образом, радикальным путем возврата шахтной воды в хозяйственный оборот и защиты природных водоемов от загрязнения и засоления является ее комплексная переработка.

И такой путь разрешения возникшей проблемы по мере усложнения техногенной обстановки в Донбассе, угрозы исчерпания либо роста дефицита природных ресурсов пресной воды в отдельных регионах планеты становится очевидным, приобретает все большее признание и поддержку как мирового сообщества, так и государств. На протяжении последних трех десятилетий и в Украине предпринимались попытки перевести проблему использования минерализованных шахтных вод в практическую плоскость.

В соответствии с имеющимся кадастром в Донецко-Макеевском углепромышленном районе для технического водоснабжения крупных потребителей воды (свыше 15 м³/ч) может быть использовано 37 млн м³/год кондиционированной шахтной воды, в Центральном — 18 млн м³/год, в Красноармейском — 1 млн м³/год и в Торецко-Снежнянском — 2 млн м³/год. [4]. Кроме того, в Торезско-Снежнянском и Центральном углепромышленных районах 40 шахт откачивают воду, по своим химическим качествам пригодную для хозяйственных и бытовых нужд без деминерализации, либо с частичным опреснением, в количестве 96,8 млн м³/год. Себестоимость очистки такой шахтной воды в ряде случаев ниже существующих тарифов.

Таким образом, только в промышленный и хозяйственно-бытовой оборот в Донбассе ежегодно может быть дополнительно возвращено до двухсот миллионов кубометров воды в год. Однако это лишь частично решает проблему экологического оздоровления всей гидрографической сети Донбасса и не учитывает потребностей агропромышленного комплекса, ориентированного на украинского производителя.

При создании определенных условий (снижении уровня естественной минерализации с помощью вышних водных растений, залужения и залесения берегов очистных водоемов и т.д.) возникает возможность создания широкой сети рекреационных зон, что особенно важно при массовой ликвидации угольных шахт и утраты очистными водоемами своего функционального назначения.

Изучение технико-экономических предпосылок для использования комплексной переработки шахтной воды как основного инструмента для обеспечения принципов Стратегии устойчивого развития, позволяет строить оптимистические прогнозы. Однако следует учитывать не только технические возможности получения продуктов кондиционирования шахтной воды, но и перспектива их сбыта.

В данном случае динамика цен на воду может служить своеобразным прогнозом. Например, по данным ГОКП «Донецкоблводоканал» за период с 1998 по 2005 год потребление предприятиями электроэнергии сократилось со 105 до 83 млн кВт•ч, т.е. в 1,3 раза, в то время как ее стоимость возросла в 2,7 раза. Показательна с этой точки зрения и динамика себестоимости и тарифов для населения на услуги водоснабжения и водоотведения.

Только за последние 9 лет себестоимость водоснабжения и водопотребления возросли почти в 7 раз, а тарифы, имеющие преференции бюджета, для населения увеличились вчетверо.

Для промышленных предприятий тарифы на питьевую воду в ряде случаев превысили 3,5 грн, а на техническую — 1,5 грн за кубометр.

Таким образом, при сложившихся в Украине тарифах на воду различного назначения и качества производственные затраты на комплексную переработку шахтных производственных сбросов могут быть не только компенсированы в случае реализации опресненной воды и минеральных солей как продуктов потребления, но и обеспечить существенную прибыль. Однако самой ценовой конкурентоспособности недостаточно. Для создания дееспособного рынка продуктов комплексной переработки шахтных и карьерных вод необходимо сформировать соответствующие экономико-правовые условия, которые устранят имеющиеся препятствия и будут способствовать конку-

рентноспособности восстановленного водного ресурса. Прежде всего, природоохранное законодательство обязано обеспечить баланс эколого-экономических интересов государства как собственника ресурсов и производителя как потребителя этих ресурсов, используя для этого механизм производственных отношений (льготы, цены, кредиты, налоги, фонды, гранты, привилегии и др.) в качестве наиболее эффективного инструмента для защиты от деградации и рационального использования природных ресурсов.

Следует законодательно предусмотреть систему эколого-экономических льгот и поощрений для субъектов хозяйственной деятельности за потребление шахтной воды как дополнительного природного ресурса и за ее комплексную переработку.

Выбросы в атмосферу. На предприятиях отрасли насчитывалось 7014 стационарных источников, которые подразделяются на организованные (3530 ед.) и неорганизованные (3484 ед.). К организованным относятся источники, оснащенные аспирационной системой, позволяющей осуществлять сбор и организованный отвод естественным или принудительным способом выделяющейся пыли или газа. Это дымовые трубы котельных и сушильных установок обогатительных фабрик, кузнцы, места пересыпов угля, породы и цемента с укрытием и отводом пыли, окрасочные и сварочные камеры, лесоразделочные участки и др. К неорганизованным относятся источники, не имеющие аспирационных систем (породные отвалы, угольные и лесные склады, открытые монтажные и сварочные участки и др.) [5].

При близких значениях количества воздуха, проходящего по стволам (8000—16000 м³/мин.) и близких значениях глубины ведения работ (765—859) и интенсивность пылевыведения зависит от запыленности воздуха на вентиляционном горизонте шахты у ствола. Следовательно, одним из направлений снижения интенсивности выброса пыли в атмосферу через вентиляционный ствол шахты является снижение уровня запыленности воздуха на вентиляционном горизонте шахты у вентиляционного ствола. Интенсивность выброса пыли в атмосферу при погрузке угля на поверхностном комплексе в железнодорожные вагоны в большинстве случаев меньше, чем интенсивность выброса пыли вентиляционным стволом и зависит от влажности угля.

Анализ данных показывает, что среднесуточная приземная концентрация пыли, выбрасываемой вентиляционным стволом, на большинстве шахт превышает установленные нормы. Среднесуточная приземная концентрация пыли, поступающей в атмосферу при погрузке угля в железнодорожные вагоны, в подавляющем большинстве случаев не превышает установленных норм.

Наряду с метаном и продуктами горения породных отвалов, топочных устройств в выбросах действующих шахт содержатся твердые частицы угля и породы, а также аэрозоли.

Пылевые выбросы — важный источник эмиссии вредных веществ в среду обитания. Формирование техногенных геохимических аномалий в атмосферном воздухе, в снеговом покрове и почвах в значительной мере обусловлено поступлением промышленной пыли в атмосферу и последующим ее осаждением на подстилающие поверхности. Твердые частицы, взвешенные в атмосфере, находящиеся в неустойчивом состоянии, способны мигрировать на большие расстояния. С течением времени они отделяются от воздуха, осаждаются на подстилающие поверхности. В выбросах рудничного воздуха, породных отвалов и различного рода топочных устройств присутствуют аэрозоли, т.е. суспензии в газовой среде твердых или жидких либо твердых и жидких частиц, имеющих крайне низкую скорость осаждения, и поэтому распространяющихся на значительные расстояния от источника образования. Особенности аэрозолей заключаются в их способности присоединять к себе породные включения (в том числе и продукты сгорания угля либо эрозийных процессов на поверхности отвалов), а также то, что в процессе контакта с другими веществами, присутствующими в атмосфере, они изменяют свои физико-химические свойства.

Гигиеническая способность промышленной пыли и характер ее биологического влияния на живые организмы обусловлены количеством, уровнем содержания в ней различных токсикантов и др. В производственных условиях пыль может приводить к развитию самых различных, в том числе и опасных заболеваний органов дыхания. Некоторые ее виды обладают канцерогенными свойствами.

Для снижения выбросов вредных веществ в атмосферу 531 котлоагрегат (38,4% от общего количества) в 176 (35,4%) промышленных котельных, работающих главным образом на угле, оснащены пылеуловителями (различные типы циклонов), обеспечивающими очистку от твердых фракций до 70—90%. При этом газообразные вредные вещества (оксиды азота, углерода, серы) практически не улавливаются. Только 85 котлоагрегатов коммунально-бытовых котельных оснащены пылеуловителями [5].

Доля загрязнения атмосферы выбросами от промышленных и коммунально-бытовых котельных составляет около 14 %, из которых 9,7 % приходится на промышленные котельные и 4,3 % — на коммунально-бытовые, что связано с сезонностью работы коммунально-бытовых котельных.

Наибольшее количество источников загрязнения

атмосферы составляют аспирационные системы. Сюда входят вентиляционные стволы шахт, стационарные пункты пересыпа угля на обогатительных и брикетных фабриках, поверхностных технологических комплексах шахт, пункты погрузки, аспирационные системы участков и цехов заводов угольного машиностроения, кузнечные, гальванические, окрасочные, сварочные и др. Всего имеется 2474 аспирационных системы, что составляет 70,1 % всех организованных источников выбросов в атмосферу.

Из 516 конических отвалов в числе действующих осталось 46, из них горящих — 18. Среди 470 недействующих конических отвалов имеется 66 горящих. В отрасли насчитывалось 323 плоских породных отвала (в том числе и переформированные из конических), из них 157 действующих, среди которых 31 отвал имеет очаги горения. Это связано, в первую очередь, с нарушением технологии формирования (недостаточное уплотнение породной массы яруса, отсутствие изолирующего инертного слоя по контуру яруса и между ярусами). Следует отметить, что там, где соблюдается технология формирования плоских отвалов, случаи самовозгорания породы практически отсутствуют. И хотя доля выбросов в атмосферу горящими породными отвалами от всех стационарных источников составляет только 6,7 %, при горении из отвалов выделяются наиболее токсичные газообразные вещества (сероводород, сернистый ангидрид, оксиды азота и углерода). Доля сероводорода, поступающего в атмосферу от горения породных отвалов, достигает 88% [5].

Вопросы утилизации оксидов серы из дымовых газов котельных агрегатов не только имеют актуальное значение для защиты окружающей среды, но и представляют чисто экономический интерес — источник сбережения природных ресурсов. Все промышленные технологии очистки газов от оксидов серы основаны на использовании суспензии известняка либо водных растворов извести, соды поташа, аммиака и других щелочных материалов. Для осуществления полномасштабной технологии, десульфации дымовых газов, выбрасываемых в атмосферу ТЭС, промышленными и коммунально-бытовыми котельными, исчисляемых в Донбассе миллионами тонн, требуется расход больших количеств адсорбентов.

Между тем существуют более эффективные технологии, основанные на использовании анолитов либо католитов (вода, предварительно обработанная в анодной или катодной камере электролизера), которые обеспечивают улавливание до 70 и 90% диоксидов серы соответственно. Продуктом такой технологии является сера либо разбавленная серная кислота. Использование подобной технологии улавливания диок-

сида серы в масштабах Украины (1,5 млн т в год), взамен мокрой известковой очистки, обеспечивает экономии более 10 млн долл. США и позволяет сохранить около 2,5 млн т запасов известняка в год.

Наряду с этим возникает возможность из утилизированных отходов газоочистки получить низкомарочное экологически не опасное бесцементное вяжущее либо изделия класса легких бетонов марок 75—400.

Рудничный газ. Из общего количества шахт Украины, разрабатывающих пласты каменного угля, 77 % относятся к весьма газообильным. Природная газоносность угольных пластов на отдельных шахтах достигает 35м³ и более в пересчете на 1 т сухой беззольной угольной массы.

Метан растворен в пленках воды, имеющихся в угле и вмещающих его породах, и находится в газообразном, жидком и твердом состоянии. В естественном залегании для окружающей среды он опасности не представляет. Но как только пласты вскрывают шахтами и горными выработками, в пласте происходит резкий спад давления до уровня атмосферного давления в горной выработке, что и обуславливает процесс выделения метана. Сорбированная в угле и породах вода, растворимый метан и другие газы устремляются к выработке, что нередко сопровождается кавитационным шумовым эффектом, пучением и выбросами угля и породы.

Свободный метан, выделяющийся в атмосферу, — это в основном продукт антропогенной деятельности, связанной с добычей угля. По данным инвентаризации выбросов метана шахтами Украины, произведенной за период с 1999 по 2000 год, его объем прямо пропорционален массе добытого угля и составляет в среднем 17,3 кг/т.

Однако, по оценкам специалистов, велика вероятность того, что метан выделяется в атмосферу по всей подработанной площади через разломы и различные каналы, образовавшиеся в толще пород и почве. Об этом свидетельствуют многочисленные случаи проникновения метана в помещения и на отдельные участки земной поверхности. Выявлены точки выхода метана на поверхность и зарегистрировано 60 пожаров, в результате которых погибло 62 человека.

Таким образом, метан угольных месторождений представляет опасность не только для земной атмосферы. Массовая ликвидация шахт приводит к образованию зон, опасных с точки зрения проникновения метана в здания.

Так, в Стахановском районе Луганской области в результате работ по ликвидации четырех шахт в опасных зонах оказалось свыше двух тысяч жилых, производственных, административных зданий. Зарегист-

рировано 63 случая воспламенения метана, травмированы люди. Поэтому и в этих условиях управление метановыделением и его утилизация остаются актуальными. С этой точки зрения определенный интерес представляет опыт Германии, где из старых горных выработок откачивался вакуум-насосами газ, содержащий 70% метана, который использовался для выработки электроэнергии.

Количество выделяющегося метана зависит от объема добычи угля, газоносности разрабатываемых пластов, режима проветривания.

Объем метана, аккумулированного в угольных месторождениях планеты, достигает 285,2 трлн м³. По ресурсам угольного, как его называют, метана Украине принадлежит четвертое место после Китая, России и Канады. Эти ресурсы оцениваются в 13 трлн м³.

Из общего количества выделяющегося рудничного газа почти 89,8% выбрасывается в атмосферу. Из 10,2% каптированного дегазационными установками метана только 40% шахты используют на собственные нужды, остальной выбрасывается в атмосферу. Концентрация метана в смеси, выбрасываемой в атмосферу дегазационными системами, в большинстве случаев (79%) колеблется в пределах от 10 до 25%.

Большинство угольных шахт (89%) выбрасывают в атмосферу метан вентиляционными системами с концентрацией в исходящих струях шахт до 0,3%. Лишь по 4 шахтам концентрация метана в исходящей струе близка к допустимой («Винницкая» — до 0,7%, «Рассвет» — до 0,6%, «Кировская» — до 0,75%, им. 60-летия Великой Октябрьской социалистической революции — до 0,7%). Этот факт свидетельствует о том, что установки главного проветривания на большинстве шахт недостаточно загружены по метану.

Промышленная добыча метана обеспечивает снижение опасности взрывов и пожаров в угольных шахтах, а также получение дополнительного энергетического ресурса. В конечном счете это создает необходимые условия для повышения безопасности жизнедеятельности шахтеров. Наряду с этим замещение в топливно-энергетическом балансе угля метаном ликвидирует выбросы в атмосферу оксидов серы, образующихся при сжигании угля, сокращает выбросы оксидов углерода в 2 раза, а азотистых соединений — в 5 раз.

Выбросы в атмосферу продуктов шахтной вентиляции с низким содержанием метана, скважинная добыча, осуществляемая с земной поверхности либо из выработок, не предотвращает и, следовательно, полностью не решает проблем защиты атмосферы от образования парникового эффекта. Поэтому использование технологий сжигания низкоконцентрирован-

ных метано-воздушных смесей по-прежнему остается актуальной.

Это усугубляется тем, что интенсивность поглощения длинноволнового излучения Земли метаном в 21 раз выше, чем углекислым газом. Поэтому его вклад в парниковый эффект при добыче 80 млн т угля в год (допустимый уровень) эквивалентен сжиганию 9 млрд м³ природного газа.

Проблема уменьшения выбросов в атмосферу летучих соединений чрезвычайно актуальна для сохранения защитного слоя атмосферы и здоровой среды обитания человечества, о чем свидетельствует Киотский протокол. Летучие вещества токсичны и участвуют в фотохимических реакциях окисления, вторичные продукты которых вместе с оксидами азота, СО₂ и метана обуславливают эпизодические пиковые образования концентраций азота и фотохимического смога. Наибольшую угрозу летучие соединения, и в частности метан, представляют для озонового слоя атмосферы (озоносферы), служащей защитой живым организмам от вредного воздействия коротковолновой ультрафиолетовой радиации Солнца.

Использование метана в качестве топлива существенно снижает его вредное влияние на окружающую природную среду, поскольку удельное количество загрязняющих веществ значительно ниже, чем у других его видов. По выбросам всех загрязняющих веществ в атмосферу после сжигания метан экологически менее опасен по сравнению с другими видами топлива, уступая природному газу только по СО₂ на 11,5%. В этом случае метан имеет значительные экологические преимущества и по сравнению с углем и тяжелым нефтяным топливом, а также фотохимическому загрязнению, способствующему разрушению озонового слоя.

Осознавая опасность увеличения парникового эффекта за счет выделений метана, правительство Украины ввело налог на указанные выбросы. Однако его размер слишком низкий (0,5 долл./т СН₄), чтобы быть действенным инструментом. Это усугубляется еще и тем, что значительная часть шахт не платят его. Для сравнения отметим, что правительство Норвегии, проявив глубокое беспокойство в связи с увеличением тепличного эффекта, установило налог на выбросы СО₂ в размере 50 долл./т с целью добиться их снижения.

При использовании для отопления, производства электроэнергии или тепла, в качестве моторного топлива или транспорта УМ является гораздо менее загрязняющим, чем все другие виды топлива. Сжигание УМ дает выбросов СО₂ на 50% меньше, чем уголь, и на 25% меньше, чем тяжелое нефтяное топливо, а выбросы пыли не образуются. С точки зрения кислотных дождей при сжигании УМ не выделяется SO₂ и выде-

ляется очень мало NO_x по сравнению с углем (на 80 % меньше) и с тяжелым нефтяным топливом (на 65 % меньше). Что касается кислотных дождей, то следует отметить, что уголь, содержащий обычно хлор, выделяет кроме того и HCl . В плане фотохимического загрязнения, влияющего на разрушение озонового слоя, сжигание УМ приводит к образованию очень малого количества NO_x и HFo по сравнению с углем.

Несмотря на все эти преимущества использование шахтного метана в качестве энергетического ресурса в Украине крайне ограничено, в то время как в США, например, утилизируют ежегодно около 50 млрд м^3 метана в год.

И это не единственный довод в пользу использования недр Донбасса как угольно-газового месторождения, что позволит соответствующим образом сформулировать требования к его разработке, радикально решить проблему предотвращения взрывов рудничного газа и снизить уровень энергетической зависимости Украины от импорта энергоносителей. Наряду с перечисленными последствиями это в целом существенно изменит социально-экономическое положение региона, повысит рентабельность угольных шахт, и, что чрезвычайно важно для стратегии устойчивого развития Украины, сжигание метана позволит снизить угрозу озоновому слою.

Значительного прогресса разработка месторождения как угольно-газового может достигнуть при промышленном освоении теплоэнергетических когенерационных модулей, которые способны использовать обедненные метановоздушные смеси с колебаниями дебета и концентрации метана и вырабатывать не только тепловую, но и электрическую энергию. Поскольку основная масса шахтных выбросов в атмосферу имеет низкую и поэтому взрывоопасную для топливных агрегатов концентрацию метана, то вопрос его использования может быть разрешен также с использованием каталитического окисления с последу-

ющей утилизацией тепла отходящих газов. Перспективной представляется технология извлечения метана из низкоконцентрированных газозвушных выбросов вентиляционных систем угольных шахт с помощью низкотемпературной адсорбции, при которой образование хладагента происходит вследствие кристаллизационных процессов. При этом возникает возможность решить и такую важную для отрасли проблему, как улучшение температурного режима в шахте.

Таким образом, комплексное использование угольных месторождений не только обеспечивает вовлечение в хозяйственный оборот дополнительного природного ресурса и экономию средств на его добычу, но и является главным механизмом защиты окружающей природной среды.

Литература

1. **Вернадский В.И.** Химическое строение биосферы земли и ее окружение. — М.: Наука, 1965. — 324 с.
2. **Грядущий Б.А., Майдуков Г.Л., Кислов Б.И., Григорюк М.Е.** Очистка и переработка отходов. Эколого-экономический анализ твердых отходов угольных предприятий // Экотехнологии и ресурсосбережение. — 2006. — № 4. — С. 32—38.
3. **Майдуков Г.Л., Григорюк М.Е.** Охрана окружающей среды. Шахтная вода как природный ресурс // Уголь Украины. — 2006. — № 12. — С. 22—28.
4. **Резников Ю.Н.** Шахтные и карьерные воды. Кондиционирование, использование и комплексная переработка / Ю.Н.Резников, В.Г.Львов, В.В.Кульченко. — Донецк: Каштан, 2003. — 242 с.
5. **Розробити пропозиції щодо удосконалення природоохоронних заходів, створення засобів захисту природи від промислових забруднень вугільних підприємств: Виконати аналіз природоохоронних заходів у 2003 р. і розробити пропозиції щодо покращення екологічного стану на підприємствах галузі (проміжний).** Донецький науково-дослідний вугільний інститут. ДР 0101U001875. — Донецьк, 2004. — 114 с.