

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ РОССИИ

Попова Д.С.

ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, e-mail: fantasyfan@list.ru

Россия – один из мировых лидеров по производству угля, так как в её недрах сосредоточена треть мировых ресурсов угля и пятая часть разведанных запасов. Российская Федерация занимает второе место по запасам и пятое место по объёму добычи угля. Угольная отрасль играет огромную роль в энергобалансе страны. Однако добыча угля сопряжена с рядом проблем, которые могут привести к экологическому риску. На современном этапе развития угольная промышленность представляет немалую опасность для окружающей среды и здоровья человека. Большая часть откаченных шахтных вод совсем мало очищена. Это оказывает негативное влияние на окружающую среду. Плохо очищенные или совсем не очищенные шахтные воды непригодны для повторного использования. Поэтому необходимо принимать меры по предотвращению этих проблем.

Ключевые слова: геоэкология, угольная промышленность, шахтные воды, геоэкологические проблемы, загрязнение шахтных вод

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF COAL-MINING REGIONS OF RUSSIA

Popova D.S.

Far Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: fantasyfan@list.ru

Russia is one of the world leaders in the production of coal, because in its interior contains one third of world coal resources and a fifth of known reserves. The Russian Federation occupies second place in reserves and fifth in terms of coal production. The coal industry plays a huge role in the energy mix of the country. However, coal mining has posed a number of problems that may lead to environmental risk. At the present stage of development of the coal industry represents a considerable danger for the environment and human health. A large part of the pumped mine water is very little cleared. This has a negative impact on the environment. Poorly cleaned or not cleaned mine water is unfit for reuse. Therefore it is necessary to take measures to prevent these problems.

Keywords: ecology, coal industry, mine water, geo-environmental problems, pollution of mine waters

Важная отрасль народного хозяйства – угольная промышленность России. От неё зависит многое: работа предприятий, наличие электроэнергии в домах, дорожное освещение в сумерки и ночное время. В то же время угольная промышленность на современном этапе развития представляет немалую опасность для окружающей среды и здоровья человека. Вредное воздействие на окружающую среду при увеличении объёмов добычи угля оказывают непосредственно добывающие его предприятия, а работа над экологически чистыми и безотходными технологиями горного производства идёт медленно или не ведётся. Тем не менее эта работа очень важна, ибо необходимо знать, как стоит работать, чтобы вредное воздействие на окружающую среду значительно снизилось.

Цель исследования – определить экологические проблемы, присутствующие в угледобывающих регионах России на современном этапе их развития, и методы их устранения.

Предприятия угольной промышленности за всё время своей работы избавляются от техногенных отходов в огромном количестве, и в них заметно преобладание шахтных вод. Из всего большого объёма этих вод,

которые предприятия откачивают, не более всего лишь 13–15% идут на нужды горных предприятий, тогда как оставшиеся 85–87% откаченных шахтных вод совсем мало очищены и в таком состоянии сбрасываются в водные ресурсы региона. Подобные действия крайне небезопасны для региональных вод, так как вследствие сброса столь большого количества шахтных вод нарушается их равновесие. Это обстоятельство негативно сказывается на состоянии окружающей среды, в частности на экосистеме загрязнённого водного бассейна, поскольку приводит не только к пагубному влиянию на окружающую среду, но и к ухудшению здоровья человека, вынужденного брать воду из загрязнённого источника. Также ухудшается качества угля, поскольку вода для его очищения бралась неочищенной от загрязняющих веществ.

Большой объём шахтных вод, содержащих такие вещества, как бактериальные примеси и минеральные соли, откачивается предприятиями угольной промышленности на протяжении практически всего срока их работы. Качественный состав шахтных вод отличается в зависимости от угольных бассейнов, месторождений и районов. Сброс шахтных вод с вредны-

ми примесями в наземные воды непременно вызывает заиливание, засоление и закисление водоёмов и водостоков, вследствие чего нарушается экоравновесие в угольных бассейнах. Такая вода из-за своего загрязнённого состояния непригодна ни для питья, ни для очистки угля.

Объёмы загрязнённости шахтных вод различными веществами увеличиваются со временем вследствие перехода горных работ на более глубокие горизонты и усложнения гидрогеологических условий. Это, в свою очередь, приводит к тому, что подземные водоносные горизонты, в том числе насыщенные чистой питьевой водой, довольно сильно истощаются. Само истощение подземных водоносных горизонтов приводит к тому, что возникает новая проблема – поиск новых источников воды и возможности проведения её с поверхности.

Из-за того, что её всё время загрязняют поступающие в неё шахтные воды, поверхностная вода становится мутной и окислённой, вследствие чего у неё появляются цвет, запах и привкус, в ней самой происходят процессы минерализации и повышаются кислотность и жёсткость. Это наносит огромный вред не только самой воде, но и окружающей её среде. Существует очень много случаев, когда шахтные воды обладают такими свойствами, которые не позволяют их использовать в технических целях без обязательного проведения первоочередной обработки. Из-за этого, а также из-за того, что сильно растёт дефицит питьевой воды, в наше время как никогда актуален вопрос очистки уже загрязнённых шахтных вод. Это необходимо, поскольку в этом случае можно повторно использовать шахтные воды для нужд угольной промышленности.

Поскольку природные возможности территорий организованного развития горнодобывающей промышленности довольно слабые, это приводит непосредственно к появлению зон экологического риска. В этих зонах довольно высокая заболеваемость людей и сниженная продуктивность природных ресурсов. Вследствие работы горнодобывающих предприятий сильно снизились объёмы рекультивации нарушенных земель, так как финансовые ресурсы – в дефиците, а многие виды биологических ресурсов из-за загрязнений суши и поверхностных вод горной отраслью оказались в критическом состоянии. Всё это и привело к тому, что увеличилась опасность экологических аварий и катастроф.

Подходящим примером автор считает Тугнуйский разрез – основной бурятский объект добычи угля, поскольку на нём до-

бывают половину всего объёма угля по республике. Из-за того, что работа Тугнуйского угольного разреза проходит без специального оборудования, происходит негативное влияние на экосистему бассейна реки Тугнуй. Поэтому весьма правильным было введение в работу водосборных сооружений и котельных [1]. В водосборных сооружениях шахтные воды собирали для очистки, а с помощью котельных их очищали от вредных веществ путём выпаривания.

Ещё одним подходящим примером является Кузнецкий угольный бассейн (Кузбасс) – угольное месторождение на юге Западной Сибири, большая часть которого расположена в Кемеровской области [2]. По той причине, что в Кузбассе довольно высока антропогенная нагрузка на территорию, водные затраты при добыче угля в нём имеют вид выбросов шахтных вод в поверхностные водоёмы, а очистка воды от угля недостаточно качественная. Оба показателя в Кузбассе заметно повышены. Это может привести к водному кризису, который является огромной опасностью для Кузбасса, ведь состояние расположенных на его поверхности водоёмов уже достигло критического предела. Из-за высокого показателя откачиваемой из шахт Кузбасса воды необходимы жёсткие законодательные меры по отношению к каждому водопользователю.

Ещё один пример того, что биологические ресурсы оказались в критическом состоянии, – река Томь. По имеющимся в наше время данным о реке, вода в ней содержит в 9 раз больше фенолов, чем позволяет уровень предельно допустимой концентрации. Из-за того факта, что часто случается ситуация, когда угольные разрезы расположены на глубине до 350 м, а водоносные горизонты – на уровне 200 м, получается, что закрывающиеся шахты и разрезы нарушают естественные водопротоки. Наличие этих водопротоков приводит к тому, что при закрытии шахт и разрезов вся вода водоносных горизонтов идёт вниз. Как и следовало ожидать, эта вода при закрытии шахт и разрезов также откачивается на поверхность как сточная вода. За последнее время количество сбрасывающих сточные воды в реку Томь предприятий увеличилось на 15 [3, 4]. Это не может не пугать, поскольку с увеличением предприятий, сбрасывающих сточные воды, в разы превышает уровень предельно допустимой концентрации в воде, а это негативно сказывается на экосистеме реки Томь.

Автором были проведены исследования шахтных вод в Приморском крае, которые показали, что большая часть загрязняющих веществ в них поступает не только со сбросом использованных вод, но и с посту-

плением поверхностных вод. При сбросе использованных вод в шахтные воды попадают находящиеся в них загрязняющие вещества. В процессе использования в воду попадают различные кислоты и соли тяжёлых металлов. Попадая в шахтные воды, они делают их непригодными для использования. Также загрязняющие вещества поступают и с поверхности. В результате сброса сточных вод в водоёмы поверхности в подземные воды, в том числе и в шахтные, попадает немало загрязняющих веществ. При анализе шахтных вод было обнаружено превышение предельно допустимой концентрации нитратов, фосфатов, сульфитов, свинца и цинка. В результате затрудняется процесс самоочищения шахтных вод, что приводит к их непригодности для очистки угля. В таблице приведены примерные данные по превышению предельно допустимой концентрации.

В решении этой проблемы перспективным видится *отстаивание шахтной воды*. Так называется метод очистки от растворённых в ней вредных веществ, который состоит в воздействии на них силы тяжести и, как следствие, их непосредственном осаждении. Его недостаток – из-за того, что скорость осаждения довольно мала, мелкие частицы, которые содержатся в шахтной воде, долгое время находятся в ней. Это объясняют малая масса частиц и отсутствие их самопроизвольной коагуляции – это неслипаемость частиц друг с другом по причине наличия одноимённых электрических зарядов на их поверхности. На рисунке представлена принятая схема очистки шахтных вод.

С этой целью используют так называемые *отстойники* – искусственные водоёмы для очищения шахтных сточных вод от вредных примесей с помощью специальных реагентов. Чтобы сбрасываемые шахтами и карьерами воды оказались окончательно очищены от всех вредных веществ, принято непосредственно использовать отстойники, имеющие вид резервуаров. Отстойники-резервуары бывают нетиповые и типовые.

Нетиповыми называют отстойники-резервуары на поверхности Земли с разными размерами и формами. Обычно для очищения воды от вредных веществ используют те отстойники-резервуары, которые имеют прямоугольную форму. Со временем наступает тот момент, когда отстойник-резервуар заполнен до предела. С его наступлением из отстойника-резервуара сначала, используя насосы, откачивают осветлённую воду, а потом с помощью экскаваторов удаляют осадок. В том случае, если возникает необходимость в использовании нескольких нетиповых отстойников-резервуаров, то они работают поочерёдно. Типовые же отстойники бывают трёх видов:

– первый вид – *радиальный отстойник*. Это круглый резервуар диаметром не больше 100 м, у которого коническое днище с уклоном к центру от 0,03 до 0,08 [5]. Его располагают в горизонтальном направлении. Когда очищаемая вода проходит по нему, она попадает в распределительный стакан с отверстиями, а оттуда – в плавающую дырчатую трубу. Осадок, оставшийся в отстойнике, удаляется к его центру, а оттуда – непосредственно самотёком или с помощью насоса.

– второй вид – *вертикальный отстойник*. Этот резервуар бывает круглым с диаметром от 5 до 10 м и высотой до 7 м или квадратным с размерами 14×14 м. У него коническое днище с наклоном стенок от 50 до 70° [5]. Двигаясь по вертикальному отстойнику снизу вверх, очищаемая вода попадает в кольцевой жёлоб, а вредные вещества осаждаются в конические части.

– третий вид – *горизонтальный отстойник*. Этот резервуар вытянут по течению. В его рабочую часть вода попадает, проходя напрямую через распределительный лоток и дырчатую перегородку. Из неё выдавливается осадок в результате действия давления в расположенных вдоль рабочих коридоров перфорированных трубах. В результате в горизонтальных отстойниках собирается осветлённая вода.

Превышение предельно допустимой концентрации загрязняющих веществ

Наименование вещества	Величина предельно допустимой концентрации (мг/л)	Превышение предела
Нитриты NO ₂	3,3	в 2 раза
Полиаминометилфосфат	5,0	в 1,5 раза
Полифосфаты PO ₄	3,5	в 2 раза
Триметилфосфат	0,3	в 1,2 раза
4-Амино-2-(2-гидроксиэтил)-N-этил-анилин сульфит	0,2	в 1,3 раза
Свинец	0,03	в 1,7 раза
Цинк	1,0	в 2,1 раза

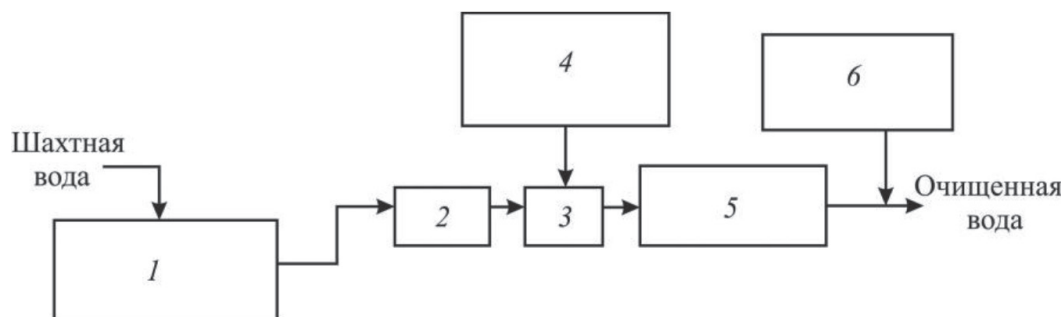


Схема очистки шахтных вод: 1 – усреднитель, 2 – открытый гидроциклон, 3 – шайбовый узел, 4 – бак флокулянта, 5 – тонкослойный отстойник, 6 – хлорное хозяйство

В результате в устанавливаемых шахтёрами отстойниках на пути шахтных стоков накапливаются тонны угля. Благодаря отстаиванию шахтных вод уже непосредственно энергетики уголь пускают в ход, поскольку он уже измельчён и отмыт от породы. Таким образом, работа отстойников положительно сказывается на работе угольных шахт. Но необходима своевременная утилизация вредных веществ, так как это приводит к защите окружающей среды от загрязнения и избавляет от повторной очистки шахтных вод. А дело здесь вот в чём. Отстойники в процессе продолжительной работы наполняются вредными веществами, которые выделяются в результате очистки шахтных вод, выше максимальной отметки. Это, в свою очередь, приводит к тому, что уменьшается глубина зоны отстаивания, увеличивается скорость движения шахтной воды в отстойнике и снижается эффект её осветления. Из-за превышения содержания вредных веществ при запуске шахтных вод в входной части вод отстойника накапливается осадок, вследствие чего сокращается длина зоны отстаивания и уменьшается время пребывания в ней шахтных вод, а это значительно снижает эффективность очистки. Такое положение вещей имеет весьма неблагоприятные последствия для очистки шахтных вод. Вследствие этого, например, выделяющиеся из шахтных вод при отстаивании сульфаты накапливаются в виде плёнки на выходе из отстойника, и их захватывают уже очищенные воды. Из-за этого происходит вторичное загрязнение сульфатами, что, по мнению автора, несёт в себе весьма негативные последствия как для водных ресурсов, так и для всей экосистемы. Поэтому необходимо в определённый период проводить своевременную очистку отстойника от загрязняющих веществ, которые накапливаются на входе. Это позволяет избежать вторичного загрязнения.

Не всегда возможно вовремя заметить, когда отстойник необходимо очистить от загрязняющих веществ. Для этого предлагается использовать датчики, оповещающие о том, что вход в отстойник сильно загрязнён. Принцип работы таких датчиков заключается в следующем. Когда в процессе работы количество загрязняющих веществ на входе в отстойник достигает того порога, при котором происходит повторное загрязнение шахтных вод, датчик подаёт сигнал на компьютер, через который происходит слежение за работой данного отстойника. Оператор, получив сигнал датчика, приостанавливает его работу и даёт рабочим команду очистить вход в отстойник от загрязняющих веществ.

Кроме того, датчик реагирует на количество загрязняющих веществ и определяет, какого из них на входе содержится больше. Например, на входе в отстойник скопилось очень много цинка и несколько меньше фосфатов. Датчик выводит данные по загрязняющим веществам на компьютер, и из них видно, каково количество цинка и фосфатов на входе в отстойник по отношению к другим загрязняющим веществам. Исходя из данных, полученных с данного датчика, возможно разработать план очистки входа в отстойник, исходя из количества скопившихся загрязняющих веществ. В данном примере в первую очередь вход в отстойник очистят от цинка, затем от фосфатов, а потом – от тех загрязняющих веществ, содержание которых меньше, чем цинка и фосфатов.

Также существует проблема финансирования. То, что экологический фонд из-за экономической ситуации, стремительного роста инфляции и платежеспособности предприятий не наполняется, стало серьёзной проблемой. Из-за этого возможности финансирования природоохранных мероприятий снизились. Бывают ситуации, ког-

да финансирование экологического фонда действительно необходимо. Предприятиям стоит уделить внимание этой проблеме. Однако сделать возможным экологическое побуждение охраны окружающей среды не позволяет также отсутствие регулирования природопользования, из-за чего отсутствует чёткий механизм, непосредственно координирующий деятельность ресурсных ведомств и одновременно усиливающий их самостоятельность в принятии решений, которые устраняют экологические проблемы. Это весьма серьёзные проблемы, также требующие решения на управленческом уровне.

На угольных предприятиях большая часть очистных сооружений не осуществляет очистку шахтных вод до нормативных требований из-за того, что применяемые схемы очистки несовершенны, эксплуатация сооружений проводится неграмотно, не соблюдаются какие-либо технологические регламенты. Из-за этого сооружения работают неэффективно. Необходимо не только проводить инструктажи по эксплуатации сооружений и соблюдению технологических регламентов, но и использовать отстойники с предлагаемыми датчиками, оповещающими о загрязнённости их входа. Использование отстойников с такими датчиками повысит эффективность работы сооружений угольных предприятий, в результате, как следствие, возрастёт достижение возможных показателей очистки шахтных вод.

В последние годы исследователи установили, что воды в реках Кузбасса наиболее высокое загрязнение происходит весной в период половодья и ливней из-за того, что происходит массовый смыв техногенных продуктов с бассейнов водосборов.

Для решения обозначенных и устраняемых проблем предлагаются такие решения:

- создание нормативной (от 1,5 до 3,0 м) глубины зоны отстаивания;

- оборудование отстойников расположенными под водой рассредоточенными распределительными устройствами, так как они позволяют подавать стоки в зону отстаивания по всей её ширине и глубине с одинаковыми скоростями в безнапорном режиме;

- для удаления выделенных в отстойниках вредных веществ и создание установок в них устройств, собирающие вредные вещества;

- слежение и поддержание нормативной глубины и длины отстойной зоны.

Эти меры решения указанных проблем я считаю весьма актуальными. В весенний период они позволяют значительно со-

кратить попадание в водоёмы – например, того же Кузбасса – вредных веществ, а это, в свою очередь, позволит предотвратить негативные экологические последствия. Кроме того, датчики, оповещающие о загрязнённости входа в отстойник, повысят качество очистки водоёмов от загрязняющих веществ.

Для решения проблем по очистке шахтных вод, а также по предотвращению сброса загрязняющих веществ в воду очень важно не только создать, но и соблюдать требуемые режимы очистки на действующих сооружениях и максимально увеличить их работу. Этот подход к решению проблемы значительно сократит сбросы загрязняющих веществ в водоёмы с минимальными затратами на улучшение действующих сооружений.

Западная часть Кузбасса (Кузнецкая котловина) богата на экологически опасные объекты. Для того, чтобы решить проблемы поддержания чистоты воздуха и воды с помощью предлагаемого рядом авторов эколого-географического подхода, промышленные предприятия следует разместить на территории области таким образом, чтобы они наносили как можно меньше вреда окружающей среде. На территории водных объектов стоит разместить отстойники, которые очистят сбрасываемые воды от содержащихся в них загрязняющих веществ. Оповещающие о загрязнении входа в отстойник датчики сделают очистку вод более эффективной. Это позволит предотвратить превышение в водоёмах предельно допустимой концентрации вредных веществ.

Важный экологический принцип решения проблем современного загрязнения – поддерживать способности к самоочищению атмосферы и воды. Благоприятные экологические возможности Кузбасса и Кемеровской области не являются безграничными. В городах промышленные, бытовые и транспортные выбросы по объёмам и скорости не должны превышать природные возможности их обезвреживания и уничтожения.

Использование для очистки шахтных вод отстойников и оповещающих о загрязнении входа в отстойник датчиков, рассмотренное на примере Кузбасса, может позволить повысить эффективность очистки шахтных вод. Это, в свою очередь, уменьшит негативное воздействие загрязнённых вод на экосистему.

Выполнение предложенных мер по решению проблем загрязнения позволяет улучшить работу сооружений, извлекающих вредные вещества из сбрасываемых

шахтных вод. Однако очень затруднительно решить проблему очистки шахтных вод от таких примесей, как фенолы. Для этого в очистке шахтных вод рекомендуется непосредственно использовать электрохимическую очистку, однако для неё может потребоваться внести изменения в работу сооружений, которые проводят очистку шахтных вод, а это повлечёт за собой дополнительные финансовые затраты. В то же время электрохимическая очистка позволит защитить водные объекты от недостаточно хорошо очищенных сточных вод, а это, в свою очередь, улучшит экологическую ситуацию с водными ресурсами в Кузбассе.

Более глубокие методы очистки шахтных вод сделают снижение негативного влияния на экосферу ещё более эффективным. Несмотря на возможные проблемы вроде изменений технического регламента, отстойники с оповещающими о загрязнении входа в них датчиками позволят прове-

сти качественную очистку шахтных вод от вредных примесей.

Список литературы

1. Дорошенко Т.Г. Снижение загрязнённости шахтных вод в подземных условиях как фактор повышения экологической безопасности угольного производства. Донецкий национальный технический университет, «Геотехнологии 21 века», Донецк, 2006 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2006/fgtu/doroshenko/library/articl2.htm> (дата обращения: 20.03.2017)
2. Эколого-экономический подход к развитию угледобывающей отрасли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geci.cn.ua/work/625481/Ekologo-ekonomicheskij-podxod-k> (дата обращения: 25.03.2017).
3. Лермонтов Ю.С., Мурзиш В.С. Пути решения экономических проблем, связанных с ликвидацией угледобывающих предприятий Кузбасса // ТЭК и ресурсы Кузбасса. – 2000. – № 3. – С. 114–118.
4. Экологические проблемы Кузбасса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.microanswers.ru/article/ekologicheskie-problemi-kyzbassa.html> (дата обращения: 20.03.2017).
5. Бубнова К.Д. Эколого-экономические проблемы ликвидации угольных предприятий // Уголь. – 2001. – № 7. – С. 58–60.