

СПОСОБА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ГОРЯЩИХ ТЕРРИКОНОВ

Розглянуто вітчизняний та світовий досвід по вирішенню проблем утилізації терриконів

Проблема экологической деформации территорий под воздействием антропогенного фактора в современном мире приобретает все большую значимость. Вмешательство в природные процессы приводит к загрязнению окружающей среды. Важной экологической проблемой для Донецкой области является воздействие процессов угледобычи.

Терриконы оказывают негативное воздействие на атмосферу, почвы, поверхностные и подземные водные источники.

Во влажном воздухе сернистый ангидрид, который выделяется из терриконов, образует серную кислоту, которая вместе с дождями выпадает на землю. Когда в воздух попадает металлическая пыль, то образуются еще более ядовитые соли серной кислоты.

Многие из терриконов горят, и это способствует значительному изменению состава атмосферного воздуха и выпадению кислотных дождей, так как из одного горящего отвала за сутки в среднем выделяется в атмосферу 4-5 т оксида углерода и от 600 до 1100 кг сернистого ангидрида, а также небольшие количества сероводорода, оксидов азота и других продуктов горения.

Подземные воды при взаимодействии с терриконами сильно обогащаются взвешенными частичками, из слабощелочных становятся кислыми (рН достигает 2-3 и это происходит на 15% шахт), из пресных и солоноватых с минерализацией от 0,2 до 3 г/л превращаются в соленые с минерализацией 5-30 г/л и очень жесткие.

Установлено, что на долю угольной промышленности приходится 55-70% всех веществ, загрязняющих водоемы региона. Значительное загрязнение дают терриконы.

На землях занятых под терриконами почвы, в отличие от природных, в верхних горизонтах нарушены (насыпаны, срезаны, перемешаны). В таких почвах изменены кислотно-щелочной баланс и физико-механические свойства. На запечатанных территориях, в терриконах шахтные породы с течением времени под действием жизнедеятельности бактерий в сочетании с действием влаги и колебаний температуры выветриваются. Этот процесс негативно сказывается на прилегающей территории. Терриконы загрязняют прилегающие черноземные почвы, делают их непригодными для всего живого.

Коническая форма отвалов, большая крутизна их склонов (до 45°) способствует катастрофическим эрозионным процессам. С 1 га поверхности терриконов ежегодно смывается от 86 до 900 м породы.

Смываемая порода очень токсична, так как окисление пирита способствует тому, что свежесыпанная нейтральная порода терриконов с течением времени становится сернокислой с рН 3. Серная кислота, образующаяся в результате окисления пирита, растворяет различные металлы, и они мигрируют на прилегающие территории.

Терриконы можно определить как объекты, приносящие значительный вред прилегающим почвам. Пиритизированные угли богаты ураном. В углях он в основном представлен настураном (оксидом урана). Образующаяся в результате окисления

пирита отвальной массы серная кислота растворяет все металлы, в том числе и уран. Растворение урана приводит к повышению радиоактивности породы терриконов.

Следовательно, проблема переработки терриконов является актуальной.

Отходы добычи природных ресурсов и остатки сырья, не использованного в процессе изготовления основной продукции, не всегда полностью теряют народнохозяйственную значимость и зачастую тоже могут быть использованы в качестве сырья для производства той или иной продукции. Отвальная порода угольных шахт тоже относится к таким отходам. В настоящее время известны такие способы ее утилизации, как получение строительных материалов и углеудобрений, производство бокситов и алюминиевых сплавов, отделение магнитных железосодержащих соединений из терриконов, выделение германия из терриконов, выделение редкоземельных элементов из терриконов.

Отходы угледобычи подвергаются дроблению до фракции 0-3 мм и усреднению. Затем они увлажняются водой и перемешиваются в барабанном или шнековом смесителе для получения подготовленной к спеканию шихты. После этого подвергаются агломерации – спеканию на агломерационной машине конвейерного типа. Углерод, содержащийся в породе, служит топливом в процессе спекания материалов. Готовый продукт спекания представляет собой агломерационный «пирог» – аглопорит. В зависимости от дальнейшего его использования он может подвергаться различным видам дробления и измельчения.

Аглопорит может быть использован в: строительстве дамб и платин; производстве цемента; производстве шлакоблока и кирпича; строительстве автомобильных и железных дорог; производстве железобетонных изделий; производстве бетона; монолитном домостроении.

В ДонНТУ технология переработки терриконов методом агломерации ранее не изучалась. Но избавиться от терриконов и освободить территории для промышленных нужд пытались многие, достойное решение проблемы угольных отвалов предложили профессор кафедры горной геомеханики, доктор технических наук ДонНТУ Михаил Зборщик и его коллега, профессор, доктор технических наук, завкафедрой холодильной и торговой техники ДонГУЭТ Владимир Осокин.

Несколько лет назад оба профессора работали в Донецком национальном техническом университете и занимались серьезным научным исследованием – проблемой внезапных выбросов газа в шахтах. Терриконы ученых не интересовали и вопросы самовозгорания породы тоже. Но однажды, Владимир Васильевич поделился с Михаилом Павловичем любопытным наблюдением: диспергированный уголь (мелкий, похожий на муку) лежал в лаве довольно долго и вдруг, пропитавшись водой, загорелся. Они решили провести эксперимент. Набрали в емкости шахтной воды и угля, привезли их в лабораторию Донецкого медицинского института. Там со специалистами кафедры биологии поставили эксперимент. Воду и уголь соединили, а за смесью стали наблюдать в микроскоп и измерять ее температуру. Шахтную воду исследовали отдельно.

Оказалось, наши шахтные воды, особенно кислые, содержат много тионовых бактерий. Эти бактерии распространены повсеместно – от Кольского полуострова до Южно-Африканской Республики. Живучи необыкновенно, не теряют своей активности при замерзании воды, переносят высокую температуру – найдены в действующих вулканах; выдерживают огромное давление – обнаружены в районе Марианской впадины, то есть глубже 11 километров от уровня моря. Обитают во всех угольных месторождениях и минералах, содержащих серу. Никто и никогда в поджогах терриконовой породы эти бактерии не подозревал. Но, как оказалось, самовозгорание начинается именно с них.

В лаборатории смесь воды и угля стояла долго и внешне никак не менялась. Зато внутри была иная картина: под воздействием бактерий содержащийся в углях и глинистых породах минерал пирит распадался на два компонента: серную кислоту и двухвалентное железо. И все же не вся сера превращается в кислоту, частично она остается в виде коллоидного раствора бурого цвета и под влиянием бактерий начинает нагреваться. Приспосабливаясь к теплу, изменяются бактерии. Из точек они становятся нитями и палочками, затем приобретают сферическую форму.

При повышении температуры до 120°C сера кипит и выделяется пар. Чем выше температура, тем больше пара. При достижении серой 240-260°C ее пары воспламеняются, а биохимический процесс сменяется химическим. Все новые и новые вещества, преобразуясь, включаются в горение, сопровождающееся температурой 1800°C и выше, и тогда недра шахт и терриконов настолько раскаляются, что начинает плавиться порода. И порой можно даже увидеть, как из террикона, словно лава из вулкана, выливается раскаленная масса. К этому времени бактерии гибнут, но свое дело они сделали: сработали, как стартер в машине, запустив процесс горения.

Работа донецких ученых стала открытием, которое по-научному звучит довольно мудро: «Явление выделения ионитной из пиритсодержащей породы серы под действием тионовых бактерий». Открытие положило конец расхожему заблуждению, ставшему догмой, – так называемой кислородной теории самовозгорания углей и терриконов. Сообразно этой теории считалось, что уголь и порода возгораются из-за окисления кислородом. Ничего подобного. Как только уголь извлекается из недр, на нем образуется пленка из соединений кислорода, препятствующая дальнейшему окислению. Она очень прочная, блокирует даже включения газа метана. Однако пирит – химически устойчивое соединение и от взаимодействия с воздухом не воспламеняется. Даже если в лабораторных условиях под высоким давлением нагнетать на пирит чистый кислород, возгорания не будет.

Владимир Осокин и Михаил Зборщик не ограничились этим открытием. Они стали размышлять, как же предотвратить самовозгорание, из-за которого на угольных предприятиях Украины происходит минимум 15 пожаров в год, из-за чего не только повышается уровень загрязнения окружающей среды, но и возникает непосредственная угроза жизни людей. Дело в том, что при самовозгорании в толще терриконовой породы выгорает углефицированное вещество, и образуются пустоты.

Процессы самовозгорания можно предупредить, если изменить кислотную среду обитания тионовых бактерий на щелочную. Для этого достаточно напоить породу водой, в которой растворена известь. Правильность предположения подтвердили лабораторные эксперименты. Выяснилось, что для предотвращения горения подходит любая известь, оптимально же использовать ту, что скапливается в виде отходов на металлургических предприятиях.

Способ утилизации терриконов методом спекания их в агломерационной печи ранее не разрабатывался.

Но в Украине многие изучали терриконы, возможные варианты их использования, но в большинстве случаев на практике эти способы не использовались.

Утилизация предусматривает возможность получения из отвалов галлия, германия, висмута из сульфидов, отделенных от остальной породы методом флотации:

1. Выделение сульфидов из породы методом флотации. Флотация – метод разделения минералов исходя из их способности избирательно прилипать к вводимым в водную минеральную суспензию воздушным пузырькам и всплывать с ними на поверхности суспензии с образованием пены. Хорошо смачиваемые минеральными маслами сульфиды под действием пузырьков воздуха всплывают на поверхности. При этом пустая порода остается в объеме пульпы.

2. Получение галлия, германия из сульфидов. Галлий возгоняется при температуре 650-700°C в виде Ga₂O. Для извлечения германия из сульфидов разработан метод, основанный на возгонке моносульфида германия нагреванием концентрата в нейтральной или восстановительной атмосфере. При 800°C в атмосфере H₂ и CO возгоняется 90-93%.

3. Разделение отходов флотации на жидкую и твердую фазы. После флотации пульпа подвергается механическому обезвоживанию. Для этого используется типовое оборудование: вакуум-фильтры, фильтр-прессы или центрифуги.

4. Очистка жидкой фазы. В технологическом плане очистка жидкой фазы осуществляется в два последовательно проводимых этапа: перевод растворимых солей металлов в твердую фазу (нейтрализация воды): разделение жидкой и твердой фаз с последующим обезвоживанием и утилизацией образующегося осадка.

5. Использование твердой фазы для получения углеудобрения или производства кирпича. Если твердые отходы флотации содержат более 12% органического вещества, они после высушивания без какой-либо дополнительной подготовки могут быть использованы в качестве мелиорантов или удобрений. Если же содержание органического вещества не превышает 10%, то твердые отходы флотации могут быть использованы для производства кирпича. Влажная твердая фаза флотации после механического обезвоживания поступает в глиномешалку, где влажность шихты доводится до 18,5-21,5%, а затем на формование в ленточный пресс. Выходящий из пресса брус разрезается полуавтоматом. Кирпич-сырец укладывается в вагонетки и подается в камерные сушилки. Изделия сушат теплом отходящих дымовых газов, образующихся при самообжиге кирпича в напольных кольцевых печах в результате выгорания топлива из углесодержащей породы. Выделяющегося при этом тепла достаточно для обжига кирпича и сушки сырца. Температура обжига 950-980°C, цикл обжига – 85 ч.

Общеизвестно, что в глубине терриконов подверженных горению температура достигает 1000°C и более. Процесс горения длится до 20 лет.

Использование тепла, выделяемого в процессе горения терриконов, может решить одновременно три задачи, а именно: экологическую, экономическую и социальную.

Экологическая – при оптимальном поддержании процесса горения, можно избежать вредных выбросов в атмосферу, а главное за счет полного сгорания горной массы ликвидировать террикон.

Экономическая – использование природного тепла, при минимальных финансовых затратах получение тепловой и электроэнергии.

Социальная – создание рабочих мест по технологическому обслуживанию установок при использовании тепловой энергии горящих терриконов.

Практическая реализация предлагаемого способа использования энергии горящих терриконов заключается в следующем.

В зону максимальной температуры (очаг горения) вводится посредством механизма ориентации, представляющим собой силовой робот, позволяющий ввести теплопреобразователь в зону горения. Теплопреобразователь представляет собой буровую штангу, внутри нее размещен теплосъемник, в котором находится водоподающая труба, в которую закачивается вода насосом. В периферийной зоне, которая находится в зоне горения террикона, происходит преобразование воды в пар, который перемещается к выходу, проходит вдоль подводящего водяного става, чем подогревает воду, подающуюся в зону парообразования. Полученный пар поступает в отводной трубопровод и может направляться непосредственно на коммунальные нужды (обогрев помещений, получение горячей воды), а так же электропарогенератор для получения электроэнергии.

Библиографический список:

1. Васильева И. Териконы поджигают невидимки.
<http://www.geonews.com.ua/index.cgi?a=7502>.
2. Красавин А.П. Защита окружающей среды в угольной промышленности М.: Недра, 1991. – 219 с.
3. Жизнь растений / Под редакцией А.А.Федорова. – М: Просвещение, 1974. – Т.1. – 528 с.
4. Метод использования энергии горящих терриконов.
<http://www.necin.kiev.ua/rus/publications/terikon.htm>