

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ НА ГОРНОРАБОЧИХ И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Рассмотрены экологические и социальные аспекты вредного воздействия породных отвалов на людей и окружающую среду. Предложен метод предотвращения вредных проявлений породных отвалов за счет применения газообразного азота, получаемого непосредственно из воздуха с помощью мембранных газоразделительных модулей.

Донбасс — один из самых крупных промышленных центров на Украине, а потому и самый экологически небезопасный.

В результате бесхозной деятельности многочисленных промышленных предприятий, в том числе угледобывающих шахт и обогатительных фабрик, на земной поверхности образовалось большое количество пустой породы в виде терриконов и породных отвалов. Высота терриконов достигает 50-70 м, а объем каждого из них — примерно миллион кубометров.

Особую опасность загрязнения воздуха создают горящие породные отвалы. По мнению Леонова П. А. [1], в породном отвале содержание горючих веществ в виде угля, углистого сланца и пирита достигает 40%. Эти горючие вещества способны окисляться кислородом воздуха при нормальной температуре с выделением тепла. Горение отвала продолжается десятки лет и при этом выделяется большое количество разнообразных вредных веществ и газов.

Результатами исследований МакНИИ установлено, что в среднем за месяц с одного горящего отвала в окружающую среду выбрасывается 150 тонн диоксида углерода, 10 тонн углерода, 1,5 тонн диоксида серы, 0,4 тонн сероводорода, 0,1 тонн азота. При самонагревании и горении пиритосодержащих горных пород в атмосферу выделяются вещества в газообразном и парообразном состояниях (оксид и диоксид углерода, сернистый ангидрид, сероводород, диоксид серы, сероуглерод).

Терриконы не только оказывают губительное воздействие на окружающую среду, но также становятся причиной многочисленных травм, в том числе и со смертельным исходом. Попытки полностью механизировать работу на породных отвалах и тем самым оградить горнорабочих от вредного воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды, в полной мере не увенчались успехом. В экологически вредных и опасных для здоровья и жизни условиях грудятся машинисты бульдозеров и экскаваторов, электромонтеры, инженеры, дорожные мастера, рабочие, задейство-

ванные на тушении терриконов и профилактике их самовозгорания. Исследованиями сотрудников Донецкого института профзаболеваний установлена закономерная связь между выделениями вредных газов и пыли из породных отвалов с заболеваемостью горнорабочих силикозами, пневмокониозами, легочным антракозом, фиброзом и другими профессиональными заболеваниями.

Однако опасности подвергаются не только рабочие, непосредственно занимающиеся работами на терриконах и породных отвалах. Горение породы с выбросом огромного количества токсичных и «парниковых» газов, самонагревание и самовозгорание, обвалы и даже взрывы терриконов несут угрозу жизнедеятельности людей, живущих неподалеку.

По данным Минтопэнерго в 1996 г. в городе Димитрове — взрывом террикона был уничтожен целый жилой поселок, погибли более 60 человек. Подобных аварий было две: поселок «Нахаловка» и поселок «Собачевка» были стерты с лица земли.

В поселке Аварийный, расположенном, возле г. Донецка, в 2002 г. произошло самовозгорание штывов и террикон стал гореть, распространяя едкий газ с серным запахом, которым вынуждены были дышать люди. Подобное на раз происходило и в Торезе.

Кроме того, из-за тяжелой и нестабильной экономической ситуации жители многих шахтерских поселков устраивают на терриконах своеобразные выработки, добывая уголь, который не успел перегореть. Зачастую такие раскопки становятся причиной травм и гибели людей в результате обрушения, провалов, сползания породы.

Многие ученые пытались решить проблему вредного воздействия терриконов и породных отвалов на окружающую среду, предлагая различные способы гашения породы и меры по предупреждению их самовозгорания.

Так, например, на основании анализа причин самовозгорания отвалов и природных наблюдений Б.Л. Сурпачов [2] в конце 50-х го-

дов пришел к выводу, что плоские породные отвалы высотой до 10 м не самовозгораются, и поэтому целесообразно размещать шахтную породу и отходы обогащения в плоские породные отвалы такой высоты. Аналогичные выводы содержатся в работах, опубликованных несколько позже проф. Балтайтисом В.Я. для условий Донецкого бассейна [3]. Однако область применения этой рекомендации была крайне ограничена, поскольку сопряжена с отводом под плоские отвалы значительных площадей.

В 60-е годы прошлого столетия А.А. Лапин [4] выполнил исследования склонности отвальной массы к самовозгоранию, воспользовавшись методикой Г.Л. Стадникова [5], сущность которой заключалась в окислении проб углей и углистых пород 5%-ной азотной кислотой. При этом угли и углистые породы относили к склонным к самовозгоранию при положительных результатах на окисление. В то же время А.А. Евсина [6] исследовала породные отвалы по методике ИГД им. А.А. Скочинского установила, что склонность к окислению, у отвальной массы тем выше, чем больше разность температур самовоспламенения смеси до и после окисления. При этом оказалось, что компоненты отвальной массы по-разному влияют на склонность к самовозгоранию. Однако следует отметить, что А.А. Лапиным и А.А. Евсиной была исследована только одна группа факторов: компоненты отвальной массы — породы, не склонные к самовозгоранию (известняк, песчаник, обыкновенные аргиллит и алевролит). Указанные исследования носили односторонний характер, и поэтому не были внедрены в практику.

В 80-е годы прошлого столетия процессами самонагрева и самовозгорания отвальных породных масс занимались сотрудники МакНИИ. Так, В.К. Раскидкин установил, что в результате сорбции кислорода (окисления отвальной массы) выделяется тепло, приводящее к росту температуры. Наиболее высокие температуры возникают в зоне интенсивного самонагрева. С повышением температуры расход кислорода на окисление отвальной массы возрастает значительно быстрее. В связи с недостатком кислорода зона интенсивного самонагрева перемещается по направлению к откосу отвала. В том случае, когда скорость тепловыделения выше скорости теплопотерь, температура отвальной массы может достигнуть критического значения, после которого процесс самонагрева протекает ускоренно и заканчивается самовозгоранием отвала. В.К. Раскидкиным было предложено матема-

тическое описание этого процесса. Однако, несмотря на целенаправленное изучение процессов самонагрева горных пород, эффективного способа тушения самовозгорающихся терриконов и породных отвалов предложено не было [7].

По данным Госуправления экологии и природных ресурсов в Донецкой области в регионе на сегодняшний день насчитывается 580 терриконов, из них 114 горящих (только на территории Донецка — 30 горящих, а в Макеевке — 20).

Очевидно, что проблема выбросов вредных газов при горении породных отвалов является важной и актуальной, причем не только для Донецкой области, но и для всех промышленных регионов Украины и стран СНГ.

Фундаментальные исследования были проведены профессором Зборщиком М.П. и профессором Осокиным В.В. [8]. Был исследован механизм и установлены причины самонагрева пиритсодержащих горных пород и выбросов отвальных пород. Показана возможность создания опасных ситуаций для здоровья людей, так как при горении пород возможно образование соединений мышьяка, цианидов, тиоцианатов, цианводорода и других веществ. Также были предложены способы и технологии предотвращения самонагрева горных пород и тушения породных отвалов посредством нагнетания известняковой суспензии к месту горения. Данный способ и устройство для его осуществления эффективно использовались на нескольких Донецких шахтах для тушения как плоских, так и конических породных отвалов [8]. Однако, авторы не допускают возможности нагнетания растворов и суспензий в сернокислотные зоны отвалов, которые образуются при длительном самонагревании отвальных пород, т.к. вода, являющаяся их основой, способна практически мгновенно взаимодействовать с H_2SO_4 или SO_3 с выделением большого количества теплоты, что может привести к интенсивному парообразованию, повышению давления в межкусковом пространстве и выбросу породы. К тому же в устройство для тушения горящих отвалов входят две довольно громоздкие системы: нагнетательная и всасывающая, каждая из которых включает в себя целый ряд связанных между собой элементов, установка и эксплуатация которых усложняется технологическими и экономическими факторами.

Следует отметить, что в настоящее время не все вопросы, связанные с самовозгоранием и тушением породных отвалов, а также влиянием выделяющихся при этом вредных ве-

щес'тв на безопасную жизнедеятельность человека, исследованы в полной мере. Поэтому представляется целесообразным исследование влияния вредных веществ на организм человека и разработка мероприятий для уменьшения вредного воздействия терриконов и породных отвалов на окружающую среду и жизнедеятельность человека.

Вместе с тем, практика борьбы с подземными пожарами в Украине и за рубежом показала, что для инертизации атмосферы изолированных пожарных участков и снижения концентрации кислорода в очаге горения целесообразно применять газообразный азот. При этом представляет особый интерес использование современных газоразделительных установок непрерывного действия для получения азота непосредственно из шахтного воздуха. По сравнению с традиционными способами получения азота мембранная технология имеет ряд существенных преимуществ, заключающихся в отсутствии фазовых переходов, химических изменений состава разделяемых компонентов, тепловых и динамических нагрузок [9, 10]. Мембранные установки просты и надежны в эксплуатации, отличаются экономичностью, что обуславливает особый интерес горноспасателей к возможности их использования для локализации пожаров. Вместе с тем, в настоящее время, в Украине отсутствуют шахтные газоразделительные установки, а также нет научно-обоснованной методики расчета их параметров. Поэтому в данной статье приведено обоснование параметров таких установок.

В общем виде процесс разделения газовых смесей с помощью селективно проницаемых мембран можно представить в виде трех потоков: потока, входящего в мембрану Y_0 , потока, проходящего через мембрану (пермеат) J , и потока, отходящего от мембраны (ретант) J'' .

Элементарная ячейка асимметричной мембраны для газоразделения (рис. 1.) состоит из диффузионного слоя 1, пористого подслоя 2, пористой подложки 3 и клапанов в подложке 4. Проникающий газовый поток протекает через диффузионный слой перпендикулярно мембране, затем диффундирует через пористые слои мембраны и подложки и далее по каналам подложки направляется к коллектору.

Известно, что разделяющую способность мембраны можно характеризовать значением селективности R [11]:

$$R = \frac{C_2 - C'_2}{C_2} \quad (1)$$

где C_2 — содержание задерживаемого вещества в потоке, J_0 , %; C'_2 — содержание этого же вещества в поступающем потоке J'_1 , %.

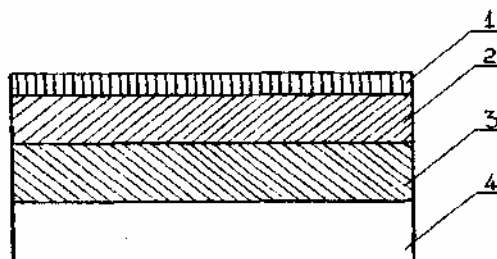


Рис. 1. Элементарная ячейка асимметричной мембраны: 1 — диффузионный слой; 2 — пористый подслой; 3 — пористая подложка; 4 — клапан в подложке

Кроме того, разделяющую способность мембран можно охарактеризовать величиной фактора разделения, представляющего собой отношение проходящих через мембрану потоков двух компонентов разделяемой системы:

$$F = J_1/J_2 \quad (2)$$

где J_1 — расход воздуха, проходящего через мембрану, %; J_2 — расход азота, выходящего из мембраны, %.

Расчет параметров газоразделительных мембранных модулей для предотвращения самонагрева и самовозгорания терриконов.

Наряду с указанными характеристиками мембраны процесс мембранного разделения определяется коэффициентом проницаемости ρ :

$$\rho = \frac{\Delta Q \cdot \delta}{S \cdot \Delta t \cdot (P_1 - P_2)}, \text{ м}^2/(\text{сПа}) \quad (3)$$

где ΔQ — объем проникшего через мембрану газа, м^3 ; δ — толщина мембраны, м; S — площадь мембраны, м^2 ; Δt — время проникновения, с; P_1, P_2 — давление по разные стороны мембраны, МПа.

Указанные зависимости могут быть использованы при проектировании мембранных газоразделительных установок для предотвращения самонагрева и самовозгорания породных отвалов. При этом целесообразно рассчитать необходимый расход газообразного азота и периодичность его подачи, для профилактической обработки породных отвалов.

Библиографический список

1. **Леонов П.А., Сурпачев В.А.** Породные отвалы угольных шахт. — М: Недра, 1970. — 112 с.
2. **Сурпачев В.А.** Условия самовозгорания и горения конических породных отвалов в Прокопьевском районе Кузбасса // Известия вузов: горный журнал, 1959. — №6. — С. 28-34.
3. **Балгайтис В.Я.** Тушение пожаров в угольных шахтах. — М.: Госгортехиздат, 1961. — 283 с.
4. **Лапин А.А., Меркулова А.П., Посыльный В.Я.** Причины самовозгорания породных отвалов в антрацитовых районах Восточного Донбасса // Труды ШахтНИУИ. — Шахты, 1963. — Т. №3. — 86-106.
5. **Стадников Г.Л.** Самовозгорание угля и породы, их геохимическая характеристика и методы опознавания. — М.: Углетехиздат, 1956. — 478 с.
6. **Евсина А.А.** Влияние состава отвальной массы способность ее к окислению // Научные труды ПермНИИ. — Пермь, 1971. — Т.№12. — С. 181-186.
7. **Раскндкин В.К.** Разработка метода определения пожароопасных параметров плоских породных отвалов шахт и обогатительных фабрик // Автореф. канд. дисс. — Макеевка — Донбасс, 1980. — 18с.
8. **Зборщик М.П., Осокин В.В.** Предотвращение экологически вредных проявлений в породах угольных месторождений. — Донецк: ДонНТУ, 1996. — 178 с.
9. **Дубяга В.Н., Перепечкин Д.И., Каталевский Е.Е.** Полимерные мембраны. — М: Химия, 1981. — 230 с.
10. **Разделение газов при помощи мембран /Per. №38085/6.** — пер. с нем.: Докл. Schulzg., Michelc H., Werner U., Chemic. — Донецк, 1987. — 23 с.
11. **Булгаков Ю.Ф.** Тушение пожаров в угольных шахтах. — Донецк: ДонГТУ, 2001. — 271 с.

© Булгаков Ю.Ф., Мельникова Я.В., Кавера А.Л., 2003