

УДК 622.02:552.3

О.О. Жданова, аспір.
А.М. Самедов, д.т.н., проф.

Національний технічний університет України «КПІ»

САМОРУЙНУВАННЯ СЛАНЦЕВИХ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Розглянуто процеси саморуїнування сланцевих гірських порід при окислюванні. Наведено хімічні формули складових компонентів сланцевих порід при окислюванні. Встановлено, що складові компоненти сланцевих порід мають сильну потребу в кисні та водні й при окислюванні порушують екологічну рівновагу навколишнього середовища.

Вступ. У районах видобутку корисних копалин, зокрема вугілля і залізної руди, у відвали викидається величезна кількість промислових відходів. В основному вони складаються зі сланцевих гірських порід, зокрема карбонатно-глинистих, піщано-глинистих, алевролітових, аргілітових, слюдисто-сульфатних сланців тощо.

В роботах [1–4] наведено технічні характеристики деяких видів сланцевих гірських порід, розглянуто застосування сланцевих гірських порід при закріпленні ґрунтів, а також процеси, що протікають при зволоженні гарячою водою в гірських породах.

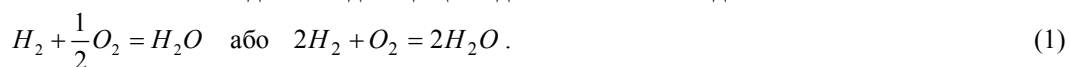
Актуальність дослідження. Сланцеві гірські породи при відкритому зберіганні у відвалах мають здатність окислюватись і саморуїнуватись, що негативно впливає на навколишнє середовище. На жаль, на сьогоднішній день це питання є недостатньо вивченим. Тому необхідно дослідити процеси саморуїнування сланцевих порід при окислюванні, а також розглянути фактори окислювання, що впливають на порушення екологічної рівноваги навколишнього середовища.

Викладення основного матеріалу. Сланцеві гірські породи належать до метаморфічних порід, які під впливом високих тисків і температур сильно ущільнюються та частково перекристалізуються. Вони складаються з дуже дрібних пілоподібних глинистих часток, а також пластинок слюди, дрібного пилу та зерен кварцу, польових шпатів, карбонатів і сульфатів [5]. Також до їх складу входять нейтральні кисневі з'єднання (34÷36 %), вуглеводні (34÷36 %), феноли і карбонові кислоти (19,7÷20,5 %), асфальтени (4,3÷8 %), сланцеві смоли, сланцеві масла тощо.

У процесі метаморфізму при утворенні сланцевих гірських порід важливу роль відіграють летючі хімічні сполуки газової суміші з водню, кисню і вуглецю, що перебувають у флюїдному стані. Флюїдна фаза являє собою суміш газів в основному більше 80÷90 °, що складається з H_2O , CO_2 , CO , H_2 , SO_2 , H_2S , CH_4 , які під дією високого тиску (більше 100 МПа) і високих температур (більше 1000 °С) віджимаються і видаляються в процесі метаморфізму. Летючість кисню, водню і окису вуглецю в умовах метаморфізму при наявності флюїдної фази f_{O_2} створюють гостру нестачу кисню і водню на відкритому просторі для забезпечення хімічної рівноваги в сланцевих породах.

Крім того, сланцеві породи у своєму складі мають велику кількість активного вуглецю C (83÷84 %) і водню H_2 (9,5÷10 %), які не можуть окремо існувати і мають потребу в хімічному сполученні з киснем. Тому для створення рівноваги в мінеральній системі сланцеві породи повинні окислюватися і забирати величезну кількість кисню та водню з навколишнього повітряного середовища.

Реакція окислення вільного водню або дисоціації води має такий вигляд:



Реакція окислювання CO або дисоціації вуглекислого газу буде мати вигляд:



Рівноважні співвідношення CO_2 та CO у присутності зайвого вуглецю C (його досить багато в складі сланцевих порід) вступають у хімічну реакцію:



У результаті утворюється моноокис вуглецю $2CO$, що має два ступені свободи та має потребу в кисні. Тому при постійному тиску рівновага є моноваріантною, тобто кожному значенню температури при метаморфічному утворенні сланцевих порід відповідає цілком певна величина співвідношень парціальних тисків $\frac{P_{CO_2}}{P_{CO}}$ або флюїдної фази $\frac{f_{CO_2}}{f_{CO}}$, де P – парціальний тиск, f – флюїдність, тобто летючість газу.

Парціальний тиск і летючість газових компонентів визначаються за формулою:

$$P_{O_2} = \frac{P_{H_2O}^2}{P_{H_2}^2 \cdot K_{P(H_2O)}^2};$$

$$f_{O_2} = \frac{f_{H_2O}^2}{f_{H_2}^2 \cdot K_{P(H_2O)}^2},$$
(4)

де $K_{P(H_2O)}$, $K_{f(H_2O)}$ – константи рівноваги реакції окислення водню або вуглекислого газу, визначаються за формулою:

$$K_{P(H_2O)} = \frac{P_{H_2O}}{P_{H_2} \cdot P_{O_2}^{1/2}} \quad \text{і} \quad K_{f(H_2O)} = \frac{f_{H_2O}}{f_{H_2} \cdot f_{O_2}^{1/2}}.$$
(5)

Аналогічним чином визначаються константи рівноваги реакції окислювання в присутності CO_2 , CH_4 , SO_2 и SO_3 :

$$K_{f(CO_2)} = \frac{f_{CO_2}^2}{f_{CO}^2 \cdot f_{O_2}}; \quad K_{f(CH_4)} = \frac{f_{CO_2} \cdot f_{H_2}^2}{f_{CH_4} \cdot f_{O_2}};$$

$$K_{f(SO_2)} = \frac{f_{SO_2}}{f_{S_2}^{1/2} \cdot f_{O_2}}; \quad K_{f(SO_3)} = \frac{f_{SO_3}^2}{f_{SO_2}^2 \cdot f_{O_2}}, \quad \text{і т.д.}$$
(6)

Активні елементи, що перебувають у складі сланцевих порід, не можуть окислюватися в замкнутому підземному просторі без доступу повітря. Але досить їх вийняти на поверхню, буде мати місце протікання окисного процесу в чотирикомпонентній системі $H-O-C-S$, що можна представити у такому вигляді:



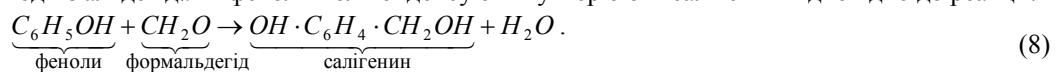
Ці окисні процеси супроводжуються вивітрюванням, вилуговуванням і саморуйнуванням сланцевих гірських порід.

Більш складні реакції протікають у газових сумішах, що містять сірку. В двокомпонентних системах $S-O$ при $T = \text{const}$, $P = \text{const}$ і зниженні летючості кисню, газові компоненти заміщують один одного в послідовності $SO_3 \rightarrow SO_2 \rightarrow S_2$, причому SO_3 переважає в найбільш окисних умовах поля стійкості гематиту, SO_2 – у верхній і середній частинах поля гематиту, що є в складі залізо-магнезійних силікатів (піроксени, амфіболи, олівіни тощо). Схоже положення займає в системі $C-O-H$ метан CH_4 , що являє собою газовий компонент, який входить до складу сланцевих порід і перебуває в більш відновній умові, ніж H_2O .

Вміст метану зростає в міру зниження флюїду f_{CO_2} при постійній температурі й тиску. Однак мольна частка метану в газовій суміші $H_2 + CO + H_2O + CO_2 + CH_4$ в складі сланцевих порід все ж залишається більшою порівняно із загазованим вугіллям та карбонатними сланцями.

До складу сланцевих порід входить певна кількість сланцевих смол і фенолів. Феноли можуть бути одноатомні (ортокрезол, метакрезол, паракрезол, ксиленол, параєтилфенол), двохатомні (резорцин, метилгідрокінон) та ін. Всі ці речовини є шкідливими для організму людини і при нагріванні вони перетворюються в газове середовище та можуть з повітрям потрапити до організму людини. Потрапляючи до організму людини, сланцеві смоли окислюються, полімеризуються та твердіють.

При взаємодії з альдегідами феноли поліконденсують і утворюють салігенин відповідно до реакції:



Салігенин (кристалічна речовина) є нестійким з'єднанням і при подальшому окислюванні та нагріванні перетворюється в отруйну альдегідну смолу.

Таким чином, відвали сланцевих порід, які є побічними продуктами при видобутку корисних копалин, при складуванні на поверхні землі приєднують до себе величезну кількість кисню та водню з

навколишнього середовища, створюють гостру нестачу кисню в повітрі і саморуйнуються, забруднюючи атмосферу пилоподібними матеріалами.

Тому до, або негайно після, виходу на поверхню необхідно нейтралізувати активність мінералів, які входять до складу сланцевих порід, що забезпечить екологічну чистоту навколишнього середовища.

Висновки:

1. Встановлено, що при метаморфічному утворенні сланцевих порід при впливі високих температур і тиску, відбувається віджимання летючих газових сумішей, які збільшують хімічну активність окислюваних складових компонентів.

2. Перебуваючи на відкритому повітряному просторі, компоненти сланцевих порід поглинають кисень і водень із навколишнього середовища та створюють їх гострий дефіцит.

3. Процес окислювання компонентів, що входять до складу сланцевих порід, створює сприятливі умови для саморуйнування сланцевих порід, забруднюючи при цьому навколишнє середовище пилоподібними частками.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Мищенко Н.Ф., Серов Н.М., Марков Л.А. и др. Химическое укрепление грунтов в аэродромном и дорожном строительстве / Под ред. проф. Н.Ф. Мищенко. – М.: Транспорт, 1967. – 208 с.
2. Самедов А.М., Чирагов Д., Новаковска А., Иванова Н.Н. Технические характеристики некоторых сланцевых горных пород // Вісник НУТУ «КПШ» / Гірництво. – Вип. 15. – 2007. – С. 80–85.
3. Самедов А.М., Кравець В.Г., Зуєвська Н.В., Жданова О.О., Кривулько М.М. Хімічна термодинаміка в гірських породах при гідротермальних впливах // Вісник НУТУ «КПШ» / Гірництво. – Вип. 15. – 2007. – С. 66–71.
4. Самедов А.М., Кравець В.Г., Ткачук А.А. Экологические последствия высокотемпературных подземных вод на горные породы. – Zeszyty naukowe Politechnik I Slaskiej / Seria Gornictwo. – Z. 270. – №. 1. – 2005. – С. 153–158.
5. Лысенко М.П. Состав и физико-механические свойства грунтов: Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Недра, 1980. – 272 с.

ЖДАНОВА Олена Олександрівна – аспірант Національного технічного університету України «КПШ».

Наукові інтереси:

- підземне будівництво;
- гірничі технології;
- геоecологія.

САМЕДОВ Ахмед Меджид огли – доктор технічних наук, професор Національного технічного університету України «КПШ».

Наукові інтереси:

- підземне будівництво;
- механіка ґрунтів;
- підвалини та фундаменти.

Подано 22.05.2008

Жданова О.О., Самедов А.М. Саморуйнування сланцевих гірських порід
Жданова Е.А., Самедов А.М. Саморазрушение сланцевых горных пород
Zhdanova O.O., Samedov A.M. Self-damage of slate rocks

УДК 622.02:552.3

Саморазрушение сланцевых горных пород / Е.А. Жданова, А.М. Самедов

Рассмотрены процессы саморазрушения сланцевых горных пород при окислении. Предложены химические формулы составляющих компонентов сланцевых пород при окислении. Установлено, что составляющие компоненты сланцевых пород очень нуждаются в кислороде и водороде и при окислении нарушают экологическое равновесие окружающей среды.

УДК 622.02:552.3

Self-damage of slate rocks / O.O. Zhdanova, A.M. Samedov

Processes of self-damage of slate rocks while oxidation are considered. Chemical formulas of slate rocks components while oxidation are offered. It is established, that slate rocks components require oxygen and hydrogen and break environment ecological equilibrium while oxidation.