

ហើយបំពុលបិស្ថានដីព្រៃតំបន់ភានីវកម្មវិធានក្នុងម៉ែត្រ ។ ប្រពិកម្ពុបោស់ Pyrite ជាមួយនឹងអកសីស់នៃ និងទីកម្មនៃបង្ការពីផ្ទាល់ខាងក្រោម:

- ❖ $\text{Fe}^{+2} + \frac{1}{4}\text{O}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{+3} + \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$
- ❖ $\text{FeS}_2 + \frac{7}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{S}_{\text{4}}^{+2} + \text{Fe}^{+2} + 2\text{H}^+$
- ❖ $\text{Fe}^{+3} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$
- ❖ $\text{FeS}_2 + \frac{15}{4}\text{O}_2 + \frac{7}{2}\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}(\text{OH})_3$

៩០៩. លក្ខណៈអាសីដកើតមានឡើង នៅពេលដែលអីយូងអីដ្ឋែស់ (H⁺) ត្រូវបានបញ្ចប់ក្នុងទឹក នូវ ប្រពិកម្ពុណាមួយក្នុងចំណោមសមិទ្ធភាពខ្លួនខ្លួន ។ ប្រពិកម្ពុនេះមានពេលខ្លះកើតឡើង ហើយអូស បន្ទាយរយៈពេលថ្មីនៅក្នុងគ្រាយពេលបិទរណ្ឌវិវេក ។ នៅពេលដែលអាសីដក្នុងបុរីក (H₂SO₄) ធ្វើ អោយ pH របស់អូស ស្តីឱ្យ ។ ត្រាក់ចុះជាការពិតបានសម្ងាត់ការវារស់ជាប្រើប្រាស់ ដែលមិនអាចប្រាយបាយជាមួយ និង stress បង្កូរបស់កិវិតជាតិអាសីដខ្ពស់ ។ ពេលខ្លះប្រព័ន្ធ Buffer ធម្មជាតិ (National Buffering System) ដែលមានវត្ថុមានកាបូណ្ឌ (Carbonates) អាចបិទបញ្ចប់ដែលថា pH កំពុងត្រូវបានផ្តាក់ ចុះ ហើយកំពុងត្រូវធ្វើអោយការវារស់ទាំងនេះមិនប្រកតិ ។ អាសីដដែលនៅក្នុងទឹក បានបន្ទាយបាយីយូង កាបូណ្ឌ និងអីយូងបិទកាបូណ្ឌ ហើយបើការដាក់អាសីដកាបូណ្ឌ (HCO₃) ដែលធ្វើអោយសកម្មភាព Buffer ធម្មជាតិបស់ទឹកចុះខ្សោយ ។ នៅពេលដែលបង្របៀបប្រព័ន្ធ Buffer មិនអាចមានប្រពិកម្ពុបន្លែមឡើត ជាដម្មតាតិនៅពេលដែល pH មានកិត្ត ៤.២ ពេលនោះផ្លូវទឹកកំភាយទៅជាលក្ខណៈអាសីដ ហើយការខ្សោយភាព នេះមិនអាចត្រឡប់វិញបាន ។ ប្រពិកម្ពុដែលបង្ហាយមានគ្រោះផ្តាក់កើតមានដោយផ្តាល់ពីការផ្តាក់ចុះរបស់ pH តិបណ្ឌាលមកពីការរងចុះរបស់ដែកបាយដ្ឋីកសីដ Fe(OH)₃ នៅក្នុងទឹក ។ លក្ខណៈសំគាល់របស់អូស ដែលទទួលនុវត្ត ប៉ះពេលដោយពីរនឹងព្រះអាទិត្យមិនអាចចំងច្ចូលនៅក្នុងទឹកបាន និងការគ្របដណ្ឌបំបាតអូស ដោយបន្ទះក្រាស់ពណិកក្រហម (Red Blanket- Fe(OH)₃ - ក្នុយពណិកក្រហម) ។

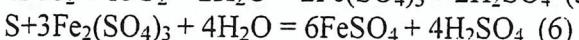
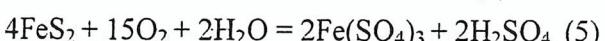
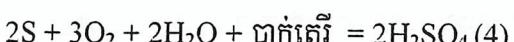
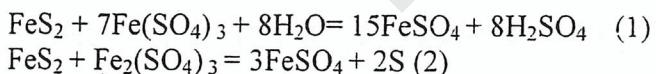
៩០១២. តម្លៃពេលអាក្រកដៃដីនៅទីរបស់ Acid Mine Drainage តិបណ្ឌាលមកពីការកកស្ថានរបស់ដែក អីដ្ឋីកសីដ (Fe(OH)₃) បុសម៉ែនលោកៈដៃដីនៅឡើត ។ ប្រពិកម្ពុនេះកើតមានឡើងដោយសារពេលទទួលនៃការរងចុះយ៉ាងខ្មៅរបស់ Fe(OH)₃ ទៅគ្របដណ្ឌបំផ្តើបាតរបស់អូស ដែលគេហែងជាបាន (Blanket-ក្នុយ) ។ Blanket នេះបានធ្វើអោយអូសខ្សោយពណិក ហើយគ្របដណ្ឌបំផ្តើលើសារព័ន្ធការិជាតិ និងបុរីថាប់យកនូវសត្វ រស់ក្នុងទឹកជំរឿ ដែលអាសីដក្នុងមជ្ឈដាននោះ ។ Blanket នេះកើតមានឡើងនៅពេលដែល Fe(OH)₃ រងចុះដោយសារតែ pH របស់ទឹកផ្តាក់ចុះទាបក្រោមតួនាទ AMD ។ Blanket នេះមិនត្រូវតែគ្របដណ្ឌបំផ្តើលើបុរីណ្ឌណែនាំទេ ដែលទាំងជាមួយនឹងការចំណោមពីការបង្កើតក្នុងទឹកដែលមានសារសំខាន់សំរាប់ការធ្វើរឿនីសំយោគនៅឡើតដែរ ។ នៅពេលដែលពិនិត្យការិជាតិដាក់វិបាយជាប់វិជ្ជាពេន្ធបស់ជីវិសាសត្ថក្នុងទឹកដៃដីនៅឡើតក៏

មានបញ្ហាដែង ហើយទីបំផុតអ្នរនេះកំភាយទៅជាអូរមួយដែលមិនធ្វើឈរដល់ ដែលអាចយល់ជាការអន់គ្រោះ
ធ្វាត់ (Barren or Dead Stream) ។

១០៣. ឧទាហរណ៍ដោកសម្បូរដោកតួននិងតួនរបស់ Acid Mine Drainage នៅតំបន់មួយតាម
បណ្តុះបណ្តុះបណ្តុះ Tsolum នៅក្រោង Vancouver ប្រទេសកាយជាតា (អណ្តុះវិទ្យាដែង ឆ្នាំ១៩៦៥) ។ ក្រោយ
ពេលដំឡើរការបាន ០២ឆ្នាំ អណ្តុះវិទ្យាដែងត្រូវបានបង់ចេល ហើយ Pyrite កំត្រូវបានទូកចេលរហូរ
មានប្រតិកម្មបង្កើតបានជាតា AMD ហៅថា Poisonous Copper Leachate ។ សារធាតុពុលដីគ្រាន់ប្រាក់នេះ
បានជាបច្ចុលទៅក្នុងទន្លេ បានសម្បាប់ត្រីអស់ ៤០% ។ ដោកសម្បូរបច្ចុប្បន្ននេះមិនមានប្រភេទត្រី Salmon
នៅក្នុងទន្លេនេះឡើយទេ ។ មានករណីដូចគ្នានេះចំនួន ២-៣ កើតមាននៅក្នុងប្រទេសកាយជាតា ដែលតែបាន
ចេញពីអណ្តុះវិទ្យាដែងបុកដូចមួយនឹងអាសីដីដែលកើតចេញពី Pyrite បានបង្កើមហន្តរាយដល់មជ្ឈូនរស់នៅ
ក្នុងទន្លេ ។ បញ្ហាដែងរាជធានីភ្នាយតាមរយៈមធ្យាថាយមួយចំនួន តែមធ្យាថាយនេះរាជមានតែមួយខស់ ។

៣-២ ARD (Acid Rock Drainages – The Unseen Anemy)

១០៤. ARD គឺជាងិតផលដែលកើតមកពីការធ្វើអុកសីតិកម្មបិទ្ទូនាន (Atmosphere oxidation)
របស់វិវេកសិលបូ (FeS₂) ឬហៅថា Pyrite និង Pyrrhotite (FeS) នៅក្នុងវត្ថុមានរបស់បាក់ត្រីដែលដើរ
តួននិងជាការតាមីករ (Thiobacillus ferrooxidans) ហើយវារាងសមាសធាតុដោយឡាត់ឡើងទៅក្នុងត្រីដែលកើតមាន
ឡើងនៅក្នុងដំឡើរប្រតិកម្មអុកសីតិកម្ម ។ ដំឡើរប្រតិកម្មគឺមិនបានប្រើបានឡើងទៅក្នុង Pyrite ដែលបង្កើ
រាយទៅជាសារធាតុបំពុលមានលេខាជា Acid Rock Drainage (ARD) ដែលអាចតាមដោយសមិករ
ខាងក្រោម៖



១០៥. នៅក្នុងសមិករ (3) និង (4) មានវត្ថុមានរបស់បាក់ត្រី ។ បាក់ត្រីនេះជាងិតមួយតាមរបាយការប្រាក់មួយលើគុល
ដែលមានយ៉ាប្រហេតុដោមួយនឹងទីកន្លែងមានលេខាជា Thiobacillus ferrooxidans ដែលប្រើប្រាក់នៅក្នុង
របស់សិលបូជាប្រភពថាមពល ។ បាក់ត្រីនេះស្ថិតក្នុងអំបូរ Autotrophic (Auto - ស្ថិយ/ Trophic
អាបារ) អាចទទួលយកត្រូវការអាបារពីបិទ្ទូនាន (Atmosphere) អាសូត អុកសីសែន ឬស្ថិនកាបូនិក
និងទីកន្លែងទីកន្លែងទីកន្លែង ដូចជា សុលិបូ និងហ្មូស្ថូរ ។ នៅពេលដែលបាក់ត្រីនេះមានភាយខ្ពស់ទៅជាការតាមីករ

ពេញលេញនៅក្នុងការការពារការដាក់ការជួរឡើង (Accelerating Agents) ប្រសិនបើសាន ការពារការដាក់ការជួរឡើងនៅក្នុងការការពារការដាក់ការជួរឡើង ប្រសិនបើសាន ការពារការដាក់ការជួរឡើង សំខាន់នៅក្នុងប្រព័ន្ធគ្រប់បង្កើតមាន ARD ហើយថែមទាំងមានសមត្ថភាពបំផែកច្បាក់មួយឡើង (Mutation) ប្រសិនបើមថែមជួរឡើងនៅក្នុងការដាក់ការជួរឡើង។

១០៤. នៅក្នុងករណីអវត្ថមានរបស់ *T. ferrooxidans* ឈឺការ (1), (2) និង (5) គិតមានសារ៖ សំខាន់ ដោយថែមកសិការ (5) នៅពេលដែលមានវត្ថមានរបស់បាក់តែវិ អាចធ្វើការរួមបញ្ចប់គ្រារវាងសិការ (1) និង (2), (3) និង (4) បុ (1, 2, 3 និង 4) ដែលសិការនេះអាចបកប្រាសាយដូចខាងក្រោម៖

FeS₂ - Pyrite; H₂O - ឬក; O₂ - អុកសុីសែន; H₂SO₄ - អាសីតសុីលហ្មូរិក; FeSO₄ – Ferrous Sulphate - ដែកសុីលហ្មាត; Fe₂(SO₄)₃ - Ferric Solphate - ដែកមិសុីលហ្មាត ។

១០៥. ជាចម្លាតាចម្លួយនឹងវត្ថមានរបស់ទីក និងអុកសុីសែន ប្រព័ន្ធគារណីបំផើត Pyrite តែមានជីលិករារ លើវិថែមទេរំត ។ អាស្រែយហេតុនេះ ប្រសិនបើអាចឈុបបំបាត់ប្រភពអុកសុីសែនដោយការកប់ចូលទៅក្នុង ទីក ប្រុមួយក៏សិតនៅសានការមួយដែលស្អុត និងបញ្ចប់ដិតកម្ម ARD បាន ។ ហើយដិតកម្ម ARD និងធ្លាក់ចុះយើត បុដោយការបីភាក់ការកំចាត់បាក់តែវិ (Bactericidal Agent) ។ ដិតកម្មជួងគ្រាយ គិតអាសុីដ សុីលហ្មូរិក និងដែកសុីលហ្មាត ។ ដូច្នេះអាសុីដសុីលហ្មូរិក ក៏ជាចលិតដល់បាក់កណ្តាលសំរចយាយ សំខាន់ដើរ ។ នៅក្នុងជីលិកអុកសុីតកម្ម Pyrite តុល្យភាពអូយុងអូដ្ឋិស់នៅក្នុងចុះ ជាមួយនឹងកំណើនជាតិ អាសុីដយាយ នាប់របៀប បន្ទាប់មកកំមានស្ថូរភាព ដែលជាចម្លាតាសិតនៅថ្ងៃនេះ ២.៥-៣.០ ។ តុល្យភាពនៃកិត ស្ថូរភាពកម្មនោះ ជាចម្លាតាប្រចាំបានកំណត់ដោយតម្លៃការមិសុីមសមស្បុបនៃមជ្ឈដ្ឋាននៅរបស់ Site-Specific-Strain Bacteria ។

១០៦. ប្រសិនបើ Pyrite ឬ Pirrhotite គិតជានៅសុីលហ្មូដ្ឋិស់តែមួយគត់ដែលបីកចំបា ហើយនៅអុកសុីតកម្មនៅ ក្នុងបិរយាកាសនោះ ដិតកម្មដែលកំណត់នៅក្នុងប្រព័ន្ធដូកម្រីននៅក្នុងប្រព័ន្ធអុកសុីតកម្មនេះ គិតមានបកប្រាសាយរួចរាល់ និងបិរយៗ ។ អាស្រែយជាមួយនឹងលទ្ធផាត (បរិមាណ) របស់ទីក និងអុកសុីសែន ប្រព័ន្ធដូកម្រីនអាចនឹង បញ្ចប់គ្រប់ពេលដូចមាននៅក្នុងសិការ ១-៦ បានទេ ។ នៅករណីនេះអនុវត្តិស្សមានការ (Intermediate Phases) នេះ សម្រួលិកធម្ម ឬក៏វេចនៅនេះ អាចតង់នៅក្នុងអុកសុីតកម្ម ។

១០៧. នៅលាភេដូចជានៅ Galena (សំណរសុីលហ្មូដ្ឋិស់ - PbS) Chalcopyrite (ដែក-ឡងដែងសុីលហ្មូដ្ឋិស់ - FeS-CuS) Sphalerite (សំមុនសុីលហ្មូដ្ឋិស់ - ZnS)ជាមួយនឹងវត្ថមានរបស់ Pyrite និង Pyrrhotite (ដែល ជាចម្លាតាកំណត់នៅក្នុងការធ្វើអុកសុីតកម្មជាលក្ខណៈជម្លជាតិ នៅក្នុងដែលមានជីរកវិ ហើយនឹងដិតក

ផលអុកសុំតកម្ម ដែលកើតឡើងមកពីការចំរាប់យកវិថេជ្រូនីរកវេរ នៅអាជីវកម្មនៃការងារកំណត់មាននូវ Secondary Effect ទៅលើការធ្វើអុកសុំតកម្ម និងអុយុងដែក។

១១០. នៅពេលដែល pH មានស្ថានភាពក្នុងខ្សោះពី ២.៥-៣.០ នៅវាសិធមួលបុរីក និងដែកសុំលបុរាណ បង្កើតឡាយមានស្ថានភាពមួយដែលអុយុងខ្សោះនិងអាចធ្វើក្រុងជាអុកសុំតកម្ម នៅពេលដែល pH មានតម្លៃប្រើបាល ៣.០ អុយុងដែលខ្សោះនិងធ្វើអុកសុំតកម្ម ហើយភាយទៅជាដែកអុកសុំតកម្ម បន្ទាប់មកកំរងចុះបង្កើត ឬនជាឌាមូលធម៌ជាមួយនឹង ARD) ។ នៅក្នុងករណីអវត្តមានអុយុងដែក ពេល pH ស្ថិតនៅថ្ងៃខ្លោះ ២.៥-៣.០ អាសុំតកម្ម និងរលាយលោប់កាបុំណាតជុំនៅ និងពុកវិវឌ្ឍអុកសុំដែលបង្កើតឡាយលោប់សុំតកម្ម នៅមានតម្លៃប្រើបាលប្រចាំថ្ងៃទៅលើលោប់សុំលបុរាណជូនចុំនៅក្នុងបញ្ហាប៉ុណ្ណោះ ។ ប៉ុណ្ណោអុយុងដែកមានសមត្ថភាព ក្នុងការរលាយពុកវិវឌ្ឍអុកសុំដែលបង្កើតឡាយលោប់សុំតកម្ម នៅថ្ងៃចុះជាសំណាក់ ទៅដែលសំណើ សំណើសិរី Cadmium ។ ប្រចាំថ្ងៃនេះអាចបក្សាយបានតាមសមិទ្ធផុទ្ធមារបាន។



ដែល:

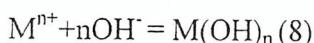
MS	= Solid Heavy Metal Sulphide
Fe ⁺⁺⁺	= Aqueous Ferric Iroon Ion
M ⁿ⁺	= Aqueous Heavy Metal Iron
S	= Sulphur
Fe ⁺⁺	= Aqueous Ferrous Iron Ion

១១១. នៅក្នុងប្រព័ន្ធការណ៍នេះបិរិយាយដែលបានរាយនៅក្នុង ARD ។ ពាក្យ Acid Rock Drainage ត្រូវបានបង្កើតឡើងជាពិសេសសំរាយជាមួយនិងភាពអារម្មណាយបានរបស់លោប់ដោយសមិទ្ធភាព (7) Acid Mine Drainage នៅបិជាទាក្យនេះបញ្ជាក់ថាប្រព័ន្ធការណ៍អាចកើតឡាយនៅក្នុងជាមួយនិងសកម្មភាពយកវេរតី ។ ម្មាសវិញ្ញានទៀតដោយហេតុថា អង្គធាតុលោប់ទាំងនេះភាគច្រើនជាពិសេសសំរាយជាមួយនិងសកម្មភាពយកវេរតី ។ ម្មាសវិញ្ញានទៀតដោយហេតុថា អង្គធាតុលោប់ទាំងនេះភាគច្រើនជាពិសេសសំរាយជាមួយនិងសកម្មភាពយកវេរតី ។ ជាមួយនិងសកម្មភាពយកវេរតី និងសកម្មភាពយកវេរតី ។

១១២. ARD ដែលមិនទាន់បានធ្វើប្រព័ន្ធកម្ម (មិនទាន់បន្ទាប់) និងបង្កើតឡើងជាប្រព័ន្ធបិរិយាយពីរដ្ឋូនពិត្ត តី (១) ភាពជាពាសិធន (Acidity) ពីវាសិធមួលបុរីក និង (២) លោប់ដែលបង្កើតឡើងជាប្រព័ន្ធដែកអាចកើតឡាយដោយអុយុងដែក ដូចនានាពិនាមានលើ ។ ការទទួលស្ថាល់នូវដែលប៉ែបាលសំរាយនេះមានលក្ខណៈពីរដ្ឋូនពិត្តតី មានសារ៖សំខាន់ណាស់ ពីព្រោះថាជាងលិបាករបស់វាចំពោះប្រព័ន្ធអក្សានូវសិ តីមានលក្ខណៈខុសត្រូវ ដើម្បីជួយដោរកកើត ARD មួយទៀតគឺការធ្វើរារាងណ៍របស់លោប់ដែលបង្កើតឡើង តីជាប្រព័ន្ធការណ៍ពីរខុសត្រូវ ។

៩-៣ មូលដ្ឋានតិចិវិនិយករបស់ ARD (Basic Chemistry of ARD Neutralization)

១១៣. ប្រសិនបើ pH តើនឹងធ្វើឱ្យដោយការប៉ះជាមួយ និងនឹមូលដ្ឋានមួយចំនួនដូចជា Calcite (CaCO_3) និង Dolomite (Ca, MgCO_3) ប្រការបញ្ចូរបស់ ARD ចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធដឹកដែលមាន pH ខ្ពស់នៅអីយូង លោកស្រីជូចជា Fe^{+++} និង Cu^{++} , Zn^{++} និង As^{++} និងធ្វើប្រតិកម្ម ហើយបង្កើតបានជា Hydroxides ហើយក៏រងចែះក្រោម។ ប្រតិកម្មនេះអាចបកប្រាស់បានតាមសមិទ្ធភាពខាងក្រោម:



ដែល:

$$\text{OH}^- = \text{អីយូងអីជ្រិកសុុល}$$

$$\text{M(OH)}_n = \text{លោកស្រីជ្រិកសុុល}$$

១១៤. ការធ្វើប្រតិកម្មបន្ទាប់ ARD នេះអាចកើតឡើងដោយការផ្តល់អន្តរកម្មរបស់មនុស្ស ប្រសិនជាដាច់ការកើតមានជាលក្ខណៈជម្លាត់ ដែលនៅទីនោះ ការរងចែះនូវជំនួយដែលទាំងអស់នោះភាពត្រួតពិនិត្យជាការប្រើប្រាស់ និងសុុលប្រើបាត់ ហើយនិងសម្រួលដែលធ្វើអីជ្រិកកម្មហើយ និងបុរីសម្រួលដែលសិតក្នុងទំន់ជា Hydroxy-Complex ។ នៅក្នុងជម្លាត់ នៅដែលជិតជាអាសីជូចជា Pyrite ជានិច្ចកាលលំនៅលើចំពោះប្រព័ន្ធឌីក្នុងទំនាក់ទំនងជាមួយនិងវេដលបន្ទាប់ការអាសីដ Acid Neutralizing Minerals ជូចជា Calcite - កាលស្សូមការប្រើបាត់ (CaCO_3) និង Dolomite - កាលស្សូម - ម៉ាក្រុំស្សូមការប្រើបាត់ (Ca, MgCO_3) ហើយអាសីដ ជិតជាប្រើបាត់ Pyrite ត្រូវបានបន្ទាប់នៅក្នុង In Situ ដោយវេទំងអស់នោះ ។ ជាទូទៅ សុលហ្មត ហង្គើតនៅជា Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ដែលរលាយនៅក្នុងទីក ដូចខ្លះហើយទីបង្កើរដែលបានដោរក្នុងការក្រុបរិមាណ សុលហ្មត នៅក្នុងទីកក្រោមដី និងលើដី ។

១១៥. នៅក្នុងជម្លាត់ការបន្ទាប់ ARD ទាំងនៅក្នុង In Situ និងក្នុងរយៈចំណាយមួយពីប្រភពកើមានបានបង្កើរដោយមានពណិដ្ឋុងក្នុង ដិតជាប់នៅលើជូចជា និងដែលបើកទៅបានជាប់នៅក្នុងការក្រុបរិមាណ នៅតាមបានបន្ទាប់ប្រព័ន្ធដឹកដែរ ។ ហេតុជូចដែលបើកទៅនឹងក្នុងការក្រុបរិមាណ និងរុរករវេដ្ឋាយសារវេត្តដែលបានធ្វើអីកសុុតកម្មហើយ ដែលរាយឈ្មោះថា “Gossans” និងគិមិរបស់កំណរល្អបំបានបង្ហាញអំពីសក្តានុពលជំរកវេះ ។ ជាពីស់ Gossans បានក្រុយទៅជាគោលដៅរបស់អ្នករកវេះ (ជាទូទៅ Gossans មានពណិដ្ឋុងប្រច្បលពី Reddish-brown ទៅ Yellow-Ochre នៅក្នុងប្រព័ន្ធផ្សាស្សីមនុស្ស ត្រូវនោះមានខ្សោយរលូតាក់ត្រួនិនរបកគំហើញប្រស់ Gossans ដែលបាននាំទៅដែលបានដោរបស់អ្នករកវេះ លក្ខណៈសេដ្ឋកិច្ចសំខាន់ៗ ជាប្រើបាត់) ។