

МОНІТОРИНГ ГЕОЛОГО–ГІДРОЛОГІЧНИХ УМОВ І СПОСОБІВ РОЗРОБЛЕННЯ РОДОВИЩ СІРКИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО БАСЕЙНУ

© Панас Р.М., Маланчук М.С. , 2011

На основе мониторинга выявлены сложные геолого-гидрологические условия Передкарпатского сероносного бассейна. Среди них особое значение имеют обводненность и закарстованность территории бассейна, разная глубина и мощность рудного пласта. Поэтому возникла необходимость в использовании системы, комплекса и способов разработки отдельных месторождений серы.

Based on monitoring revealed complex geological and hydrological conditions sirkonosnoho Carpathian Basin. Among them special value and have obvodnenist zakarstovanist pool area, a different depth and power of ore formation. Given this, it became necessary to use complex methods of development of individual deposits of sulfur.

Постановка проблеми. Передкарпатський сірконосний басейн донедавна вважався одним із найбільших об'єктів сірчаної промисловості України. Основною сировинною базою для добування самородної сірки стали родовища, які знаходились на території Львівської області, а саме: Роздільське, Подорожненське, Язівське і Немирівське. До 70-х років минулого сторіччя ці родовища розробляли відкритим способом потужними екскаваторами і роторними комплексами, а також гідромеханізацією. У процесі такого інтенсивного розроблення родовищ сірки виникли значні техногенні зміни: фактично була знищена трав'яниста і деревна рослинність, з розкривних порід сформувались внутрішні й зовнішні відвали, що дуже погіршило екологічну ситуацію. Не менш екологічно небезпечним виявився і метод підземного виплавлення сірки (ПВС), який для видобутку сірки з глибини 100–150 м вважався набагато ефективнішим, ніж розкривний. Проте якраз цей спосіб призводив до формування карстових пустот на місці покладів сірки і погіршення гідрологічних умов на прилеглих територіях. Враховуючи це, нами зроблена спроба всебічно проаналізувати геолого-гідрологічні умови і використані способи розроблення родовищ сірки на території Передкарпатського басейну з метою подальшого ефективного використання відпрацьованих родовищ.

Зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями. На перших порах з виявленням покладів самородної сірки у Передкарпатті перед науковцями і практиками повстало питання відшукати найраціональніші способи геологорозвідувальних робіт і способів розроблення місцевих родовищ сірки. Для вирішення цього завдання до проектних робіт був залучений Всесоюзний науково-дослідний і проектний інститут сірчаної промисловості (ВНДІПсірка), а в 1986 році у Львові було створено ВАТ «Інститут гірничо-хімічної промисловості (ГІРХІМПРОМ)». З розробленням Роздільського родовища самородної сірки відкритим способом виникла потреба у вивченні способів розроблення покрівлі та складування розкривних порід у внутрішні та зовнішні відвали з подальшим рекультивуванням. До цієї роботи було залучено науковців провідних науково-дослідних установ і вищих навчальних закладів України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання цієї проблеми. Специфічні геолого-гідрологічні, геоморфологічні та соціально-економічні умови Передкарпатського сірконосного басейну позначились на способах розроблення і експлуатації його окремих родовищ. Враховуючи це, виникла потреба в комплексних дослідженнях. Зокрема, А.М. Гайдін

визначив водопровідність та гідродинамічні параметри покладу [2, 3], Г.І. Рудько провів інженерно-геоморфологічний та геоекологічний аналіз рельєфотвірних процесів геодинамічних активних територій [19], М.А. Блоцький визначив основні напрями вивчення техногенного карсту території Язівського родовища сірки і можливі варіанти протикарстового захисту [1], Л.П. Маркович запропонував оптимальний комплекс інженерно-геологічних і гідрологічних досліджень для родовищ сірки Передкарпаття [11], Є.А. Янчинський звернув увагу на необхідність детальних геологічних досліджень родовищ сірки на стадії їх експлуатації [22]. Науковці інституту Держгірхімпроект, УкрНДІпроект, Державного науково-дослідного інституту гірничо-хімічної сировини, Дніпропетровського гірничого інституту видали капітальну працю „Открытая разработка месторождений самородной серы”. Удосконаленню способів розроблення родовищ сірки присвячені наукові статті А.М. Гайдіна [4], В.Ф. Реуцького [14, 15] та ін. На початку 2000-х років окремі кар’єри на Язівському та Роздільському ДГХП «Сірка» були ліквідовані на підставі розпорядження Кабінету Міністрів України від 24 лютого 2003 р. № 87-р. і від 15 жовтня 2003 р. № 622-р. [17, 18]. Питання повторного використання земель, порушених у процесі розроблення родовищ сірки відкритим способом і методів підземної виплавки сірки (ПВС) піднято в наукових публікаціях А.М. Гайдіна [5], В.О. Мандзюка [7], О.Г. Марискевич [8, 9, 10], Р.М. Панаса [12], З. Паньківа [13] та ін.

Постановка завдання. Здійснити всебічний аналіз природних умов і способів розроблення родовищ самородної сірки на території Передкарпатського басейну, на підставі чого визначити пріоритетні напрямки раціональнішого використання та охорони порушених земель.

Невирішені частини загальної проблеми. У результаті виведення з експлуатації багатьох кар’єрів на території Передкарпатського басейну самородної сірки виникли значні екологічні проблеми. Так, на гідроспорадах Роздільського ДГХП накопичено критичний об’єм рідини, що спричиняло періодичний аварійний скид забруднених виробничих і рудних вод у р. Дністер. Продовжується інтенсифікація зсуву по північному борту кар’єру в с. Малехів, що загрожує східній та північній дамбам хвостосховища № 2.

На Подорожненському руднику відкритих гірничих робіт, що виведені з експлуатації, спостерігається інтенсифікація зсувно-провальних явищ на бортах кар’єру, зокрема по трасі трубопроводу пластових вод. Невирішеною проблемою залишається наявність стронцію у хвостах флотації. Вилучення стронцію в проектах ліквідації рудників не розглядається. Затверджені по Подорожненському кар’єру балансові запаси стронцію в кількості 4958 тис. т замість захоронення сьогодні списані.

Внаслідок карстосуфозійних процесів у зоні впливу Яворівського ДГХП „Сірка” знаходяться 16 населених пунктів з населенням близько 11 тисяч осіб. Під час цих процесів було пошкоджено 55 будинків, в яких проживало близько 400 осіб. Сьогодні 23 будинки, в яких проживає понад 120 осіб, знаходяться в аварійному стані.

На Язівському руднику багаторічні пониження рівня підземних вод викликали зміни гідрологічної, гідрогеологічної та інженерної ситуації. Основною екологічною проблемою є розвиток карсто-провальних явищ, особливо в межах санаторію Шкло. Карстові лійки несвоєчасно ліквідовуються. Заходи, які вживалися для попередження бічної ерозії, виявилися неефективними.

На Немирівському руднику підземної виплавки сірки, що виведений із експлуатації, накопичувачі пластових вод знаходяться в аварійному стані, не проводиться ліквідація сірко-видобувних та водовідвідних свердловин.

Виклад основного матеріалу. Передкарпатський басейн самородної сірки об’єднує родовища, розміщені на території трьох областей України: Львівської, Івано-Франківської і Чернівецької, а також сусідніх територій Польщі. Він простягається порівняно вузькою смугою уздовж Передкарпатського крайового прогину, який межує на сході з докембрійською Руською платформою, а на півночі в межах Польщі – зі Смердинською платформою [6]. Родовища самородної сірки Передкарпатського басейну належать до осадового типу і являють собою окремі пластові поклади серед потужних відкладів неогенової системи Руської платформи. Промислові запаси цього басейну приурочені до горизонту ратинських вапняків із сірконосним пластом. В окремих випадках сірка зустрічається в підстилаючих сірчаних породах тортона (гіпсах,

літотамнієвих вапняках і пісковиках) із вмістом сірки 2–3 %. Характеристику основних родовищ сірки Передкарпатського басейну наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика основних родовищ самородної сірки Передкарпатського басейну [6]

Родовище	Потужність покривних порід, м			Середня товщина покривних порід, м				Товщина сірчаного пласта, м	
				м'яких			скельні	мінімальна	максимальна
	мінімальна	максимальна	середня	разом	четвертинні	третинні			
Роздільське	7,5	75,0	37,8	33,3	14,0	19,3	4,5	0,4	28,9
Подорожненське	38,0	162,0	90,0	90,0	–	–	–	0,2	16,8
Язівське	39,0	315,0	85,0	74,7	20,0	54,7	10,3	0,0	22,9
Немирівське	190	230,0	60,0	59,0	19,0	10,0	1,0	1,0	27,87
Любенське	15,8	43,8	32,0	29,0	12,0	17,0	3,0	1,2	10,2
Тлумацьке	75,0	250,0	100,0	100,0	–	–	–	0,3	9,7
Речиданське	30,0	49,0	40,0	40,0	–	–	–	0,4	8,1
Сорокське	156,0	215,0	200,0	200,0	–	–	–	0,6	15,4
Гуменецьке	37,0	206,0	105,0	10,5,0	–	–	–	0,1	10,0
Молодичське	19,0	138,0	35,0	35,0	–	–	–	0,6	10,1
Тарнобрезьке	15,0	90,0	–	–	–	–	–	–	–

Передкарпатський сірконосний басейн має значну обводненість і представлений своєрідним гідрологічним районом, в якому виділилось три області з різними умовами формування і динаміки підземних вод: область водообміну із атмосферою і вільного руху; область ускладненого водообміну і помірного руху; область розвитку глинистих дуже слабопроникних порід. Зокрема, перша область приурочена до окраїни Руської платформи та її границі з Передкарпатським крайовим прогином, друга займає перехідну зону від платформи до прогину і третя простягається уздовж зовнішньої границі прогину і перехідної зони від платформи до прогину. У процесі експлуатації родовищ сірки притік води в кар'єрі відбувався за рахунок дренажу вапнякового горизонту, четвертинних відкладів, а також гіпсоангідритів.

На території Передкарпатського сірконосного басейну виділено два гірничопромислові райони: Роздільський і Яворівський. Своєю чергою, в Роздільському районі виділено Роздільське і Подорожненське родовища самородної сірки, а в Яворівському – Язівське та Немирівське.

Роздільське родовище самородної сірки приурочене до заплави і високих надзаплавних терас р. Дністер, яка протікає в 0,8–0,9 км від південної границі родовища. В геологічному відношенні воно представлене комплексом осадових порід, серед яких виділено: крейдіані відклади (мергелі); нижньотортонські відклади (вапняково-піщані і літотамнієві горизонти); верхньотортонські відклади (гіпсоангідритовий, вапняковий і глинистий горизонти); четвертинні відклади (піщані глини, суглинки, супіски, піски, галечники, торфовища).

Рудні пласти представлені пластом осірчанених вапняків, приурочених до вапнякового горизонту, в якому зустрічаються лінзи і прошарки глин. До розроблення родовища сірка в рудах зустрічалася у вигляді трьох основних різновидностей: пелітоаморфної, скритокристалічної та грубокристалічної. При цьому, пелітоаморфна сірка утворювала тонке вкраплення у вигляді дрібненьких зерен величиною 0,01–0,25 мм або їх агрегатів, ніби просочуючи вапняк і утворюючи в ньому складне і дуже тонке взаємопроростання. Скритокристалічна сірка утворювала дрібні овалні або мигдалеподібні гнізда і включення, рівні й чіткі контакти, причому сірка за зовнішнім виглядом нагадувала віск. Грубокристалічна сірка утворювала у вапняках гнізда, лінзи, прошарки і щітки кристалів, які мали ясно-жовте забарвлення і добру органіку кристалів величиною 2–3 см.

Першу сірчану руду на території Роздільського родовища видобули 6 листопада 1951 року і, проходячи шурф з глибини 3 м [19].

Для експлуатації родовищ у 1953 році умовно було виділено три ділянки: Південну, Центральну і Північну, які відрізнялися між собою товщиною покривних порід (табл. 2).

Таблиця 2

Товщина покривних порід Роздільського родовища сірки

Дільниці	Товщина порід, <i>м</i>				Середній геологічний коефіцієнт покрівлі, м³/т	
	середня		максимальна			
	м'яких	скельних	м'яких	скельних	м'якої покрівлі	скельної покрівлі
Південна	17	5,6	25	16	0,95	0,12
Центральна	38	3,3	60	8	1,70	0,015
Північна	40	4,0	70	8	2,00	0,20

Спочатку розроблялась Південна ділянка, а з жовтня 1964 року – Центральна. Для освоєння покладів самородної сірки на цих ділянках виникла необхідність в їх осушенні, яке було здійснене за схемою, яка наведена на рис. 2.

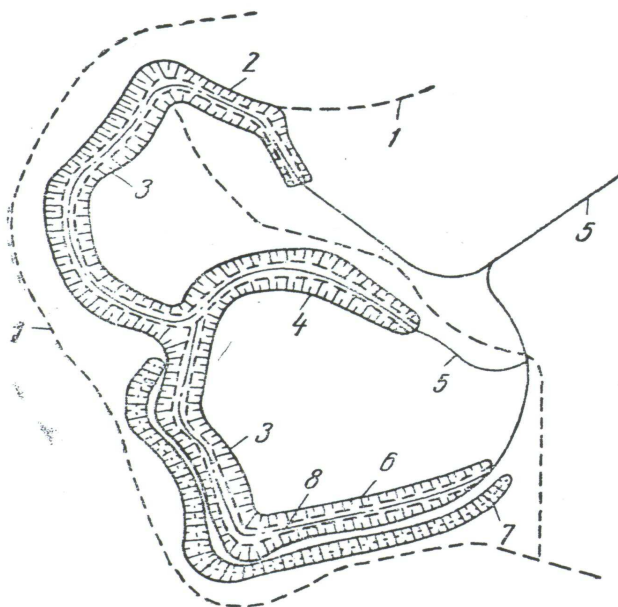


Рис. 2. Схема осушення Південної та Центральної ділянок Роздільського родовища за проектом інституту Держгірхімпроект [6] (1 водовідвідні канали; 2 – дамби обвалування; 3 – автодороги; 4 – водопонижувальні свердловини, пройдені з початку будівництва; 5 – колектор для відведення води, що відкачується із водопонижувальних свердловин; 6 – акумулятивний басейн; 7 – розкривні траншеї; 8 – дрена для заміни водопонижувальних свердловин при експлуатації кар'єру)

Осушення Північної ділянки досягалося за рахунок проведення таких заходів:

- а) організованого перехоплення і відведення підземних вод із четвертинних і третинних відкладів передових бортів;
- б) дренажу основи внутрішніх відвалів;
- в) планування відвалів, щоб уникнути скупчення та інфільтрації атмосферних опадів.

В екологічному відношенні Роздільське родовище самородної сірки характеризується поєднанням декількох несприятливих умов, які проявлялись у вигляді зсувів і обвалів траншей. Причиною цього була наявність у покривній товщі порід водоносних супісків, суглинків і глин з

поганою віддачею атмосферних опадів і відсутністю ефективних дренажних пристроїв для осушення верхніх горизонтів розкритих порід.

Спостереження показали, що зсуви на робочих бортах і відвалах з'являлись з самого початку проходки на Південній дільниці, тобто з 1956 року. Загалом у міру розвитку гірничих робіт і поглиблення траншей зсуви постійно збільшувались як за розмірами, так і за кількістю проявів. Найбільшого розвитку зсувні явища досягли у 1957–1958 рр., коли гірничі роботи були виконано на 30–60 % і глибина траншеї досягла 20–25 м. Через недостатнє проведення дренажно-осушувальних робіт у межах південної, західної та центральної траншей виникли зсуви робочих бортів і відвалів, тому кути відкосів виступів на деяких ділянках довелося зменшувати до 20–25°. Згодом було розкрито лише Південну дільницю, яка була оконтурена з трьох боків. Для цього дільниця була розділена повздовжньою траншеєю на дві частини: південну і західну [6].

Південна дільниця була розкрита одноступеневими парними капітальними траншеями, які забезпечили достатньо безпечні й прості виробничі та економічні транспортні комунікації кар'єру.

На відміну від Південної дільниці, розкриття і відроблення кар'єрного поля на Центральній дільниці, які розпочалися у грудні 1967 року, були набагато складнішими. Значною мірою це було обумовлено наявністю на цій дільниці значної товщі м'якої покрівлі у вигляді тортонських глин і четвертинних відкладів, в яких не було пісків, скупчень у західній границі дільниці глинистого типу руди, обмежені розміри дільниці та низька стійкість бортів і відвалів.

Розроблення покривних порід на Північному кар'єрі здійснювалося за комбінованою системою, причому передовий виступ, складений із четвертинних відкладів, розроблявся за транспортною системою способом гідромеханізації, а основний виступ, складений неогеновими глинами і осірчаненими вапняками, – за безтранспортною системою з використанням екскаваторів ЕШ–14/75 і ЕШ–10/60. Рудний пласт і неогенові вапняки спочатку розпушувались буропідричним методом, а потім розроблялись екскаватором ЕШ–4,5 у поєднанні з автосамоскидами БелАЗ–548.

Подороженське родовище самородної сірки приурочене до зовнішньої зони Передкарпатського крайового прогину. За рельєфом воно представлене надзапальною терасою р. Дністер та її правої притоки р. Свіча, яка протікає в південній його частині. Абсолютні відмітки поверхні – 250–260 м над рівнем моря. Поверхня рівнинна, місцями ускладнена пагорбами з плавним підвищенням рельєфу в західному напрямі. В геологічній будові родовища брали участь верхньокрейдові, неогенові та четвертинні породи (лісоподібні суглинки і супіски).

Будівництво кар'єру розпочалося у 1967 році, а здано його в експлуатацію – у 1974 році. Проектна потужність кар'єру по руді 4100 тис. тонн на рік, а по розкриву – 14800 тис. тонн на рік. Система розроблення родовища була комбінованою з паралельним переміщенням фронту розкритих і видобувних робіт зі сходу на захід. Основний надрудний виступ, складений скельними породами і неогеновими глинами завтовшки 27 м, розроблявся за ускладненою безтранспортною системою з використанням екскаваторів ЕШ–15/90 і ЕШ–10/60. Передовий виступ, складений з четвертинних суглинків, гальки і неогенових глин загальною товщиною 30 м, розробляли роторним екскаватором SR₅–2400 з транспортуванням у внутрішні відвали. Проміжні виступи розроблялись екскаватором ЕКГ–4,6 з вивезенням порід у зовнішні відвали автосамоскидами БелАЗ–540. Видобували руду також екскаватором ЕКГ–4,6 у комплексі з автосамоскидами БелАЗ–548 після попереднього розпушування рудного пласта буровибуховими роботами.

Язівське родовище самородної сірки розташоване у так званому Язівському блоці структурно-формаційної підзони зчленування південно-західної частини Східноєвропейської платформи з Передкарпатським крайовим прогином. У межах цього блоку виділяється антиклінальна структура з крутим західним крилом і більш пологим ускладненим східним.

Західною границею Язівського блоку є Городоцький розлом, який прослідковується з північного заходу на південний схід по лінії населених пунктів Грушів–Яворів–Прилбичі.

У гідрологічному відношенні район Язівського родовища сірки приурочений до басейну р. Сян з протоками р. Шкло і Гноїнець, а в геотектонічному відношенні до смуги поєднання південно-західної окраїни Руської платформи із зовнішньою зоною Передкарпатського крайового прогину, що й обумовило наявність в районі двох флексуроподібних перегибів, витягнутих у північно-західному напрямі.

У геологічній будові Язівського родовища сірки брали участь відклади третинного і четвертинного віку. Третинні відклади представлені середнім і верхнім міоценом, причому середній міоцен, своєю чергою, поділявся на відклади нижнього і верхнього тортону. В основі вапнякового горизонту верхнього тортону, до якого приурочене Язівське родовище сірки, залягав гіпсоангідритовий горизонт.

Загальна потужність порід, що покривали продуктивний пласт, збільшувалась з півдня на північ і зі сходу на захід. Уздовж східної границі родовища товщина покрівлі сірконосного пласта збільшувалась із 57 м на півдні до 180 м на півночі. Водночас уздовж західної границі родовища товщина покрівлі сірконосного пласта збільшувалась із 39 м на півдні до 217 м на півночі.

Рудний пласт родовища представлений осірчаненими вапняками потужністю від 0,6 до 22,88 м, підстеленими гіпсоангідритовими і літотамнієвими вапняками.

Сірчані руди характеризувались добре вираженим багатим вмістом сірки у вигляді прожилок і включень у вапняках і частково тонкорозпилена у них. Натомість основна маса сірки була представлена скритокристалічними різновидностями.

Дуже небезпечним екологічним явищем на території Язівського родовища сірки виявились карстоутворення. Зокрема на заплавах рік Шкло і Терешка зафіксовано понад 200 провалів і просідання поверхні землі.

Доведено, що умови розвитку і поширення карсту тут створюються тоді, коли розчинні гірські породи потрапляють у зону активного водообміну. Доказом того є те, що ратинські вапняки тут є тріщинуватими і з доброю водопроникністю та містять агресивні прісні води, що сприяє розвитку в них карстів.

Дослідження показують, що більшість теперішніх карсто-ерозійних западин і карстових лійок утворились ще до початку розроблення Язівського родовища сірки. Зокрема, перші дані про карст у районі Язівського гірничорудного району відносяться до XVII ст. Тут у 1670 році у межах курорту Шкло раптово відбувся провал, в результаті чого утворилась лійка діаметром до 120 м і глибиною до 10 м. Декілька випадків карстових провалів було зафіксовано й в період розвідки і підготовки Язівського родовища сірки до експлуатації.

Дуже активізувалися провалоутворення уздовж долин рік Шкло, Терешка, Пила, Гноєнець і її притоки Комечки, що обумовлене приуроченістю цієї зони до тектонічних порушень і тріщинуватості.

У процесі експлуатації на Язівському родовищі сірки було виділено три кар'єрні ділянки: Південну, Центральну і Північну.

Розроблення родовища розпочалося у 1974 році з Центрального кар'єру, для чого було запропоновано транспортну систему з використанням на основному виступі, складеному із скельних порід, екскаваторів ЕКГ-4,6 і автосамоскидів БелАЗ-540 з вивезенням порід у зовнішні та внутрішні відвали. При цьому передові виступи, складені неогеновими глинами, передбачалось розробляти двома роторними комплексами SR₅-2400 з транспортування розкривних порід конвеєрним транспортом у внутрішні відвали. Передові виступи, складені четвертинними породами, відроблялись способом гідромеханізації. Проте через незадовільну роботу на ділянці гідромеханізації та роторних комплексів, а також через відставання робіт з осушенням кар'єру, він був введений в експлуатацію лише у 1978 році.

Північна ділянка Язівського родовища сірки була продовженням Центральної. Рудний пласт у ній був представлений осірчаненими вапняками і перекритий пачкою несірчанених вапняків потужністю до 24,0 м (середня 10,9 м), товщею неогенових глин товщиною 26–132 м (середня 76,3 м) і товщею четвертинних суглинків і супісків товщиною 1,0–40,0 м (середня 14,3 м). Товщина рудного пласта становила в середньому 9,18 м, а середня товщина розкривних порід 103,7 м.

На цьому кар'єрі проводилась комбінована система розроблення з використанням засобів комплексної гідромеханізації, роторних комплексів, екскаваторів ЕКГ-8 і автосамоскидів БелАЗ-548. Надрудний виступ розроблявся екскаваторами-драглайнами за безтранспортною системою із внутрішнім відвалоутворенням.

Південна ділянка Язівського родовища сірки почала розроблятися з 1983 року. Рудний пласт тут становив 7,13 м при середній товщині розкривних порід 60,4 м, зокрема четвертинних відкладів 10,0 м, неогенових глин – 40,2 м і неосірчанених вапняків – 10,02 м.

Розкриття ділянки було здійснено фланговими траншеями за комбінованою системою. При цьому передовий виступ, який складався із четвертинних відкладів, розроблявся за транспортною системою з використанням засобів комплексної гідромеханізації, а передові виступи, які були складені із неогенових глин, розроблялись екскаваторами ЕКГ-8 у комплексі із автосамоскидами БелАЗ-548 з вивезенням порід у внутрішні відвали. Основний надрудний виступ у вигляді неосічанених вапняків і частково неогенових глин, розроблявся екскаватором ЕШ-15/90 за нетранспортною системою зі складуванням порід у виробленому просторі.

Немирівське родовище сірки, витягнуте із заходу на південний схід, поділяється на три ділянки: Північно-західну з глибиною залягання рудного пласта 230-280 м, Південно-західну з глибиною залягання 300-450 м і Східну (Центральну ділянку) з глибиною залягання 47-70 м.

У геологічній будові родовища брали участь осадові відклади верхньої крейди, міоцену і четвертинні утворення. Крейдові відклади представлені піщанистими мергелями, вапняково-кварцовими пісковиками сірого кольору, на яких неузгоджено залягали відклади бадену двох видів: нижні та верхні. Перші з них поширені, але на денну поверхню виходили лише на сході від родовища і літологічно представляли пісковики і літотамнієві вапняки, а другі – неузгоджено залягали на розмитій поверхні нижнього бадену і поділялися на гіпсоангідритову свиту, косовську свиту і конський горизонт. Гіпсоангідритовий горизонт представляв гіпс і ангідрити з лінзами вапняків і глин.

На гіпсоангідритовому горизонті узгоджено залягав горизонт ратинських вапняків, складених із вапняків з лінзами і прошарками глин, пісковиків, пісків і гіпсів. Якраз у них скупчувались промислові нагромадження сірки.

На відкладах верхнього бадену залягали відклади нижнього сармату, які були представлені піщанистими глинами з прошарками піску і пісковиками, а на відкладах глинистої товщі нижнього сармату – четвертинні алювіальні та флювіогляціальні піски, суглинки і галечники.

Породи родовища, насичені сіркою, утворювали пластоподібний поклад неправильної форми, які переважно належали до одного стратиграфічного горизонту у вигляді вапняків верхнього бадену.

В окремих випадках сірка спостерігалась і в гіпсоангідритах, які підстиляли вапняки, а також у пісковиках і літотамнієвих вапняках нижнього бадену.

Глибина залягання покрівлі покладу сірки коливалась від 19 до 320 м і залежала від наявності в родовищі флексуноподібних перегинів і занурення підшки рудного горизонту до прогину.

Під час розроблення родовища виникла потреба в осушенні кар'єрних полів. Для цього використовувались насоси і водопонижувальні свердловини дуже складної конструкції. На окремих ділянках товщина обводнених четвертинних порід досягала 50-70 м. Осушення вапнякового горизонту центральної частини родовища проводилося за допомогою водопонижувальних свердловин, обводнених насосами типу АТН, а четвертинних відкладів – голкофільтровими та ежекторними установками, а також за допомогою дренажних каналів, які охоплювали всю товщу водоносного горизонту.

Висновки. На підставі моніторингових досліджень виявлено доволі значні геолого-гідрологічні зміни на території Передкарпатського сірконосного басейну, які були враховані при визначенні способів розроблення родовищ самородної сірки. Одночасно вони дадуть змогу обґрунтованіше здійснювати рекультиваційні роботи на відпрацьованих кар'єрах і відвалах розкривних порід. Особливу увагу звернуто на створення таких ландшафтів, які б докорінно змінили сучасні техногенно порушені території з урахуванням природних ґрунтово-кліматичних умов.

1. Блоцкий Н.А. Основные направления изучения техногенного карста на территории Язовского месторождения серы и возможные варианты противокарстовой защиты / Н.А. Блоцкий // Тез. докл. и сообщ. на совещ. «Проблемы снижения вредного влияния горных работ на окружающую среду», 23-25 сент. 1980 г., Новый Роздол. – М., 1980. – С.67-68. 2. Гайдин А.М. Определение водопроводимости залежей при разведке месторождений для ПВС / А.М. Гайдин, Т.Ф. Новикова. – В кн.: «Безшахтная добыча горнохимического сырья». – Труды ГИГХСа, 1975. – Вып. 33. – С. 5-10. 3. Гайдин А.М. Определение гидродинамических параметров способом откачки-нагнетания / А.М. Гайдин, Т.Ф. Новикова, С.И. Бала. – Самородная сера. – Сб.научн тр. НИИТЭХИМ. – М.,1978. – С. 6-11. 4. Гайдин А.М. Про необхідність розробки альтернативного проекту ліквідації Яворівського сірчаного кар'єру / А.М. Гайдин // Проблеми і перспективи розвитку природоохоронних об'єктів на Розточчі. Матер. між-нар. науково-практ. конф.(Шкло, 6-7 липня 2000р.) – Львів: Логос, 2000. –С.90-92.

5. Гайдін А.М. Яворівське озеро / А.М. Гайдін, І.І. Зозуля: Альбом. – Львів: Афіша, 2006. – 48 с.
6. Ивонин И.П. Открытая разработка месторождений самородной серы / И.П. Ивонин, В.В. Давыдов, Л.Ф. Зорин, И.А. Иванников. – М.: Гос. научно-техн. изд-во литер. по горн. делу, 1963. – 304 с.
7. Мандзюк В.О. Еколого-економічні проблеми відтворення порушених земель у контексті вимог екологічної політики / В.О. Мандзюк // Науковий вісник НЛТУ України. – Львів, 2005. – Вип. 15,6. – С.482–488.
8. Марискевич О. Г. Первинна суцесія на відвалах Язівського родовища сірки: зміни ґрунтових параметрів / Г.О. Марискевич, І.М. Шпаківська, М.А. Павлюк, Г.В. Полив'яна // Проблеми і перспективи розвитку природоохоронних об'єктів на Розточчі. Міжнар.наук.-практ.конф. (Шкло, 6–7 липня 2000 р.). – Львів: Лотос, 2000. – С.109–112.
9. Марискевич О.Г. Особливості формування ґрунтового покриву на відвалах Роздільського ДГХП „Сірка” / О.Г. Марискевич, І.М. Шпаківська // Наук.записки Держсприродознавчого музею. – Львів, 2001. – С.147–152.
10. Марискевич О.Г. Формування ґрунтів у межах техногенного ландшафту Яворівського ДГХП „Сірка” / О.Г. Марискевич, І.М. Шпаківська, О.І. Дідух // Наук. вісник Чернівецького ун-ту: 3б. наук. праць. – Біологія, 2005. – Вип. 251. – С.175–185.
11. Маркович Л.П. Оптимальный комплекс инженерно-геологических и гидрологических исследований для серных месторождений Предкарпатья / Л.П. Маркович, Н.П. Кузель // Технология производства горных работ на серных месторождениях: Сб.науч.тр. НИИТЭХИМ. – М., 1980. – С.26–29.
12. Панас Р.Н. Агроэкологические основы рекультивации земель (На примере месторождения серы Предкарпатского бассейна) / Р.Н. Панас. – Львов: Изд-во при Львов. ун-те, 1986. – 160 с.
13. Паньків З. Проблеми ведення екологобезпечного землекористування в зоні впливу промислових об'єктів / З. Паньків // Вісник Львів. держ. аграр. ун-ту. Землевпорядкування та кадастр. – 2006. – № 9. – С.81–83.
14. Реутский В.Ф. Анализ работы карьеров Предкарпатского сероносного бассейна / В.Ф. Реутский, Н.К. Левченко, В.Ю. Мусатов, Н.И. Андреишин // Самородная сера: Сб. науч. тр. ВНИИПИИсера. – М., 1975. – С.23–29.
15. Реутский В.Ф. Некоторые особенности применения метода ПВС на Язовском месторождении / В.Ф. Реутский, С.И. Лихоманов, С.М. Ивасин, В.К. Смык, С.М. Бала, В.В. Матийчук // Самородная сера. – Сб. научн. тр. ВНИИПИИсера. – М., 1978. – С.50–54.
16. Реутский В.Ф. Анализ работы карьеров Предкарпатского сероносного бассейна / В.Ф. Реутский, М.В. Ефремов, Н.К. Левченко, и др. // Сб. Самородная сера. – М., ОНИИТЭХИМа, Черкасы, 1978. – С.23–28.
17. Розпорядження КМУ від 15 жовтня 2003 р. № 622-р. „Про затвердження проекту ліквідації сірчаных кар'єрів, відновлення екологічної рівноваги і ландшафтів в зоні Роздільського ДГХП „Сірка”.
18. Розпорядження КМУ від 24 лютого 2003 р. № 87-р. „Про затвердження проекту відновлення екологічної рівноваги та рекультивації порушених гірничими роботами земель Яворівського державного гірничо-хімічного підприємства „Сірка”.
19. Рудько Г.І. Інженерно-геоморфологічний та геоекологічний аналіз рельєфоутворюючих процесів геодинамічно активних територій / Г.І. Рудько. – К., 1993. – 71 с.
20. Рудько Г.І. Екологічна безпека та раціональне природокористування в межах гірничопромислових і нафтогазових комплексів / Г.І. Рудько, Л.Є. Шкіца. – Івано-Франківськ, 2001. – 528 с.
21. Состояние открытых горных работ на серных карьерах // Химическая промышленность: Обзорная информация. – М., 1979. – 49 с.
22. Янчинский Е.А. О необходимости детальных геологических исследований серных месторождений на стадии их эксплуатации / Е.А. Янчинский // Технология производства горных работ на серных месторождениях. – Сб. научн. тр. НИИТЭХИМ. – М., 1980. – С. 48–51.