

М.І. Євдошук, Г.А. Лівенцева

ГЕОЛОГІЧНІ КРИТЕРІЇ ПРОГНОЗУВАННЯ ГАЗОНОСНОСТІ ЛОКАЛЬНИХ ТЕХНОГЕННИХ ОБ'ЄКТІВ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО БАСЕЙНУ

Подано визначення перспектив використання вуглегазоносних техногенних систем відпрацьованих вуглепородних масивів та вугільних товщ Львівсько-Волинського басейну за встановленими геологічними критеріями; визначено геологічні передумови формування техногенних газових резервуарів і колекторів з покращеними фільтраційними властивостями; за критеріями ранжування техногенних систем Львівсько-Волинського басейну визначено шість конкретних локальних об'єктів.

Ключові слова: Львівсько-Волинський басейн, техногенний (новоутворений) колектор, локальний техногенний об'єкт, вугільний масив.

Вступ. Останнім часом споживання енергії постійно зростає. За прогнозами Міжнародного Енергетичного Агентства, потреби в енергії та електроенергії виростуть відповідно на 50-70% до 2020 р. Питомий обсяг природного газу у енергобалансі світу до 2030 р. може скласти 30%. У зв'язку з цим зацікавленість нетрадиційними джерелами енергії постійно зростає. Одним з таких джерел є газ вугільних пластів, загальні ресурси якого на території України, за різними оцінками становлять від 12 до 25 трлн м³ [Енергетично-ресурсна..., 2010].

Значну увагу та інтенсивний розвиток цей напрям отримав в останні 10-15 років у США, де обсяг видобування газу з вугільних пластів склав 55 млрд м³ у 2010 р., у Канаді – понад 9 млрд м³ того ж року. У Австралії видобуто 5,5, у Китаї – 1,2, у Росії – 6 млрд м³.

Природний газ вугільних пластів на 90% і більше складається з метану, що є найчистішим із вуглеводневих джерел енергії, не містить шкідливих домішок, таких як азот та сірчасті сполуки. На сьогоднішній комерційне видобування метану з вугільних пластів здійснюється лише у США з понад 8 тис. свердловин, з яких 40% зосереджені у басейні Сан-Хуан. 10% свердловин цього басейну дають 75% його видобутку та близько 60% загального річного видобутку вугільного метану США [Юрова, 2016].

Серед вугільних пластів різноманітних марок найціннішим є сильно метаморфізоване вугілля з відбивною здатністю вітриніту 80% і більше. Вугілля – тріщинно-пористе середовище. Тріщини утворюються або під час вуглефікації породи, або внаслідок тектонічних рухів, тому пласти можуть бути розбиті на блоки. У блоках знаходиться сорбований газ, який десорбується у результаті дифузії. У тріщинах та мікропорах є вільний газ, що переміщується ними у режимі фільтрації. Проникність вугілля залежить не лише від кількості тріщин, але й від їхньої розкритості. Ефективність вилучення метану залежить від часу, пластового тиску, проникності, тиску на гирлі свердловини та інших параметрів.

Львівсько-Волинський вугільно-вуглеводневий басейн розміщений у південно-західній частині Східноєвропейської платформи. Характеризується тривалим періодом гірничо-промислового видобування вугілля, що сприяло формуванню складного комплексу техногенних змін геологічного середовища.

Структура басейну асиметрична. Зі сходу на захід полого моноклінальне залягання відкладів карбону змінюється перемежуванням асиметричних широких пологих синкліналей, в яких містяться вугільні родовища – Волинське, Забузьке, Межиріченське, Тягівське, Любельське, Бубнівське, Буське та вузьких, складніше побудованих, антикліналей (тут розташоване Великомоствіське газове родовище). Полога монокліналь відповідає зовнішній зоні прогину, складчасті форми характерні для внутрішньої зони.

У межах басейну поширені розривні порушення різного рангу, напрямку і віку. Серед них – Володимир-Волинський розлом широтного простягання, по якому південний блок

© М.І. Євдошук, Г.А. Лівенцева, 2016

занурений відносно північного на 2000 м. Рава-Руський розлом обмежує досліджувану структуру на заході. Радехівське порушення розділяє басейн на західну, дислоковану частину, і східну з моноклінальним заляганням товщ (див. рисунок).

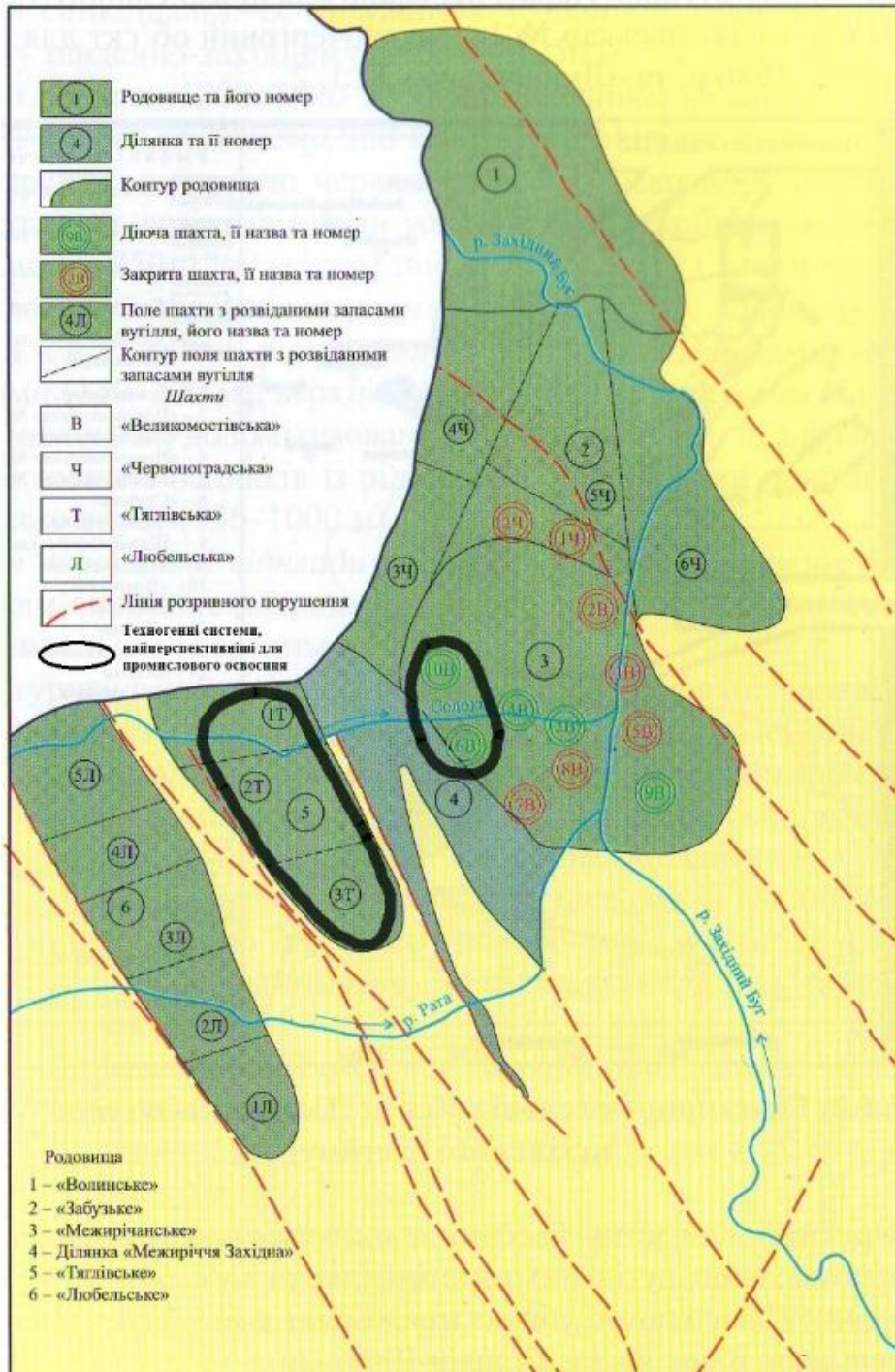


Рис. Район дослідження в межах Львівсько-Волинського басейну з найперспективнішими для промислового освоєння техногенними системами: територія Тяглівського родовища, поля шахт ВМ № 6 (Лісова) та ВМ № 10 (Степова) за [Екологічна..., 2016]

У геологічній будові Львівсько-Волинського басейну беруть участь відклади від архейських до четвертинних включно. Архейські гнейси складають кристалічний фундамент, на якому різко незгідно залягають породи протерозою, палеозою (кембрій–карбон), мезозою (юра–крейда) і кайнозою (неоген–четвертинні). Продуктивний діапазон вугільно-вуглеводневого басейну обмежений відкладами нижнього-середнього карбону [Лівенцева, 2015а].

Для визначення перспектив використання вуглегазоносних техногенних систем відпрацьованих вуглепородних масивів та вугільних товщ необхідно встановити геологічні критерії.

Виклад основного матеріалу. Петрографічний склад кам'яновугільних порід вивчався за матеріалами буріння зі свердловин, розташованих по всій площі басейну та по всьому розрізу. За літологічним складом порід він є достатньо різноманітний і представлений гравелітами, пісковиками, алевролітами сірими та вуглистими, аргілітами, вапняками.

Під час мікроскопічних досліджень були виявлені пустоти серед структурних зерен пісковиків, які сформувались на різних стадіях літо- і тектогенезу, що проявилися в результаті видобування вугілля (зміни напруженого стану) і стали основою для формування фільтраційно-ємнісних властивостей вміщуючих порід потенційних резервуарів для накопичення вуглеводнів.

Карбонова вугленосна формація представлена 13 (континентальними, перехідними і морськими) фаціями. За фаціальними ознаками пісковики належать до континентальних фацій русел річок з інтенсивними течіями.

Найміцнішими породами вугленосної товщі є вапняки, пісковики (часовий спротив при натисканні в межах 500-1000 кгс/см²) та алевроліти (400-700 кгс/см²) найменшу міцність мають аргіліти. При водонасиченні міцність порід знижується: у пісковиків у 1,1-1,2 раза; алевролітів у 1,2-3,6 раза; аргілітів у 1,3-5,5 раза. Аргіліти при водонасиченні значно зменшують міцність і за певних умов можуть також слугувати колекторами, а не покриттями колекторів.

Зі стратиграфічною глибиною спостерігається збільшення міцності та зниження пористості порід. Тому верхня частина кам'яновугільного розрізу більш сприятлива для формування колекторів. Такі природні колекторські властивості порід покращуються в результаті техногенних процесів і їх можна розглядати як техногенні резервуари.

Техногенний колектор та вторинний резервуар утворюються внаслідок відпрацювання вугільної лави і посадки її основної покрівлі та, відповідно, перерозподілу геодинамічних напружень в системі напруга-деформація.

За сприятливих термодинамічних, а також фізико-хімічних обстановок різні за речовинним складом і міцнісними властивостями щільні породи можуть суттєво змінювати властивості: при дилатансії (розрихлення за умов розуцільнення) покращувати флюїдоємнісні та фільтраційні, а при ущільненні покращувати флюїдоокрануючі.

Техногенна система утворюється внаслідок розуцільнення частини вуглепородного масиву над відпрацьованим простором. Зональність техногенної системи формується в залежності від ступеня руйнування і перем'ястості порід, утворення вертикальної та горизонтальної тріщинуватості.

На розподіл газів у вторинному резервуарі вуглевміщуючої товщі порід продуктивній товщі кам'яновугільних відкладів впливають насамперед структурні особливості басейну. Південно-західна частина басейну характеризується більшою кількістю і щільністю різнопорядкових тектонічних порушень, а отже, і наявністю потенційних площ техногенних вторинних резервуарів і колекторів. У найбільш занурених частинах синклінальних складок метаносність у 2-3 рази вища, ніж у склепінні центрального підняття. Розривні порушення всередині вуглепородних масивів – основні шляхи проникнення газів по розрізу, а по площі значну роль відіграють фаціально-літологічні особливості вміщуючих порід.

За ступенем тектонічної порушеності (кількість порушень на одиницю площі, їх протяжність та амплітуда зміщення) є прості, відносно складні і складні типи шахтних

ділянок. Більшість шахтних ділянок Львівсько-Волинського басейну має просту і відносно складну тектонічну будову (19 із 21 шахти). Складними є дві ділянки – шахти Великомоствіські № 1 і 5.

Територія Львівсько-Волинського басейну входить до складу Волино-Подільського артезіанського басейну. Гідрогеологічні умови району досить складні. Тут виокремлюються четвертинний, верхньокрейдовий і юрсько-кам'яновугільний водоносні горизонти. Широкий розвиток вод хлоридкальцієвого, хлоридно-натрієвого типів в усіх відкладах вище карбону свідчить про наявність зв'язку поверхневих з глибинними девонським та силурійськими водами [Лівенцева, 2015б].

Ослаблені тектонічні зони є шляхами міграції, з однієї сторони, забруднюючих компонентів від поверхневих техногенних об'єктів, з іншої – можуть сприяти підйому, зокрема, вуглеводневих флюїдів із більш глибоких горизонтів.

При прогнозуванні можливостей використання техногенних резервуарів з покращеними фільтраційними властивості колекторів даного басейну як зон підвищеної газонасиченості одним із головних чинників є обводненість горизонту.

Газ вміщуючих вугільні пласти порід має ті ж основні компоненти, що і газ вугільних пластів. Вміст метану у пісковиках і алевролітах майже вдвічі більший, ніж такий у аргілітах. У розрізі вугленосної товщі вугільні пласти та вміщуючі їх породи є колекторами газу, у зв'язку з чим більша газонасиченість пов'язується з більшою вугленосністю вуглепородного розрізу.

За характером газонасиченості Львівсько-Волинський басейн можна поділити на три регіони: північний – Волинське вугільне родовище; проміжний – Забузьке, Сокальське вугільні родовища); південний – Великомоствіське газове, Межиріченське, Тягівське вугільні родовища.

Найвищу газонасиченість вугільних пластів басейну встановлено на Тягівському родовищі. Головні геологічні передумови розподілу природного газу на Тягівському родовищі такі: щільний потужний (499-680 м) вапняково-мергельний екран верхньої крейди, газонепроникний в непорушному стані; циклічна будова вугленосної товщі; поширення газоводонесних пісковиків-колекторів; поперечні тектонічні порушення, що сприяли утворенню тектонічних та структурних пасток.

До геологічних передумов формування техногенних газових резервуарів і колекторів з покращеними фільтраційними властивостями можна також віднести умови залягання вугільних пластів Львівсько-Волинського басейну:

- мала потужність робочих вугільних пластів, їх невитриманість по площі, зближене залягання робочих вугільних пластів;
- значна глибина залягання пластів, полого залягання;
- наявність потужної товщі покривних відкладів;
- інтенсивна обводненість покривних покладів;
- широкий розвиток малоамплітудної тектоніки, особливо в південно-західній частині басейну;
- нестійкість і недостатня міцність вуглевміщуючих порід; висока газонасиченість вугільних пластів (шахти «Степова», «Лісова», Тягівське родовище, північна частина Любельської площі).

Геологічні критерії формування техногенних газових резервуарів

Показники, які характеризують критерії формування техногенних систем – новоутворених газових колекторів, поділяються на загальні, необхідні та достатні [Євдошук, 1997].

Загальні критерії:

А. Літолого-фаціальні:

- достатня потужність осадової товщі, збагаченої розсіяною органічною речовиною, вміст якої становить 1-25%;
- літологічний склад вміщуючих порід: вміст кварцевої складової забезпечує достатню крихкість порід при штучному утворенні газового резервуара;
- ступінь екрануючої здатності флюїдоупорів перспективних горизонтів;

– ознаки порід-колекторів: тріщинуватість, пористість, газопроникність; потужність, наявність покришок;

– літологічна невитриманість (строкатість) горизонтів;

– фільтраційні властивості порід.

Б. Структурно-тектонічні:

– будова, різноманітність та кількість складок;

– кількість диз'юнктивних порушень у виробках шахт та відпрацьованих масивах;

– наявність внутрішньопластових розривних порушень, що січуть і зміщують продуктивні вугленосні горизонти, по яких до гірничих виробок надходять газ і вода;

– велика глибина залягання порід – потенційних техногенних колекторів, що унеможливить негативний вплив новоутвореної техногенної системи на довкілля.

В. Геохімічні:

– типи вуглеводневих флюїдів родовищ;

– геохімічні аномалії.

Г. Гідрогеологічні:

– гіпсометричне положення шахтних полів;

– обводненість вуглепородних масивів;

– ступінь вилуговування порід і хімічний склад приурочених до них вод;

– знижена (до 45%) водонасиченість порід.

Необхідні критерії:

А. Геологічні умови формування окремих техногенних резервуарів:

– покришка (тип і якість);

– умови міграції вуглеводневих флюїдів;

– умови акумуляції вуглеводнів;

– розмір локальної структури.

Б. Геолого-економічні умови та геолого-екологічна доцільність видобування:

– глибина залягання вуглеводнів;

– ефективність витрат;

– наявність споживачів;

– умови вивчення та освоєння запасів;

– якість запасів вуглеводнів;

– умови геологорозвідувальних робіт та видобування, що відповідають сучасному рівню екологічної безпеки.

Достатні критерії:

А. Формування техногенних систем за умов сприятливого поєднання літолого-фаціальних, структурно-тектонічних, геохімічних та гідрогеологічних факторів.

Б. Поєднання відповідності часу формування техногенного газового колектора та акумуляції в ньому вуглеводневих флюїдів.

В. Поєднання сприятливих геологічних, екологічних та геолого-економічних умов формування техногенного локального газозносного об'єкта.

Найкращі колекторські властивості серед вміщуючих порід вуглепородних масивів Львівсько-Волинського басейну мають пісковики верхньовізейського, серпуховського, башкирського віку. Пісковики дрібно-, середньо-, грубозернисті, з хаотичною та мозаїчною текстурою. Структура псамітова та алевропсамітова. Вміст уламкових компонентів – до 70-97%, представлені переважно легкою фракцією мінералів (%): кварц – 50-92, польовий шпат – 1-17, уламки порід – 4-35, слюди – 1-20. Відкрита пористість пісковиків становить 3-18%, переважаюча – 5-8%, газопроникність – 0,01-1,0 мД.

У період експлуатації шахт доцільно використовувати комплексні методи вилучення метану, що поєднують наземні свердловини, пробурені на поверхні з метою дегазації пластів, та підземні свердловини, об'єднані в єдину систему.

Основний принцип метановугільної концепції відпрацювання вугільного родовища – супутнє вилучення метану на всіх стадіях освоєння вугільного родовища з урахуванням зміни фільтраційних властивостей вугільного масиву під впливом гірничих робіт.

Пропонується виділити три стадії вилучення метану, що відповідають принципово різним напружено-деформаційним станам пласта [Юрова, 2016]:

1-й період – видобуток метану з нерозвантаженого масиву (проекування та будівництво шахти);

2-й період – експлуатація шахти до повного відпрацювання запасів;

3-й період – експлуатація шахти до повного газового виснаження вугільної товщі (вилучення метану із старих вироблених шахт).

Оскільки ці періоди нечітко розмежовані у часі, то найраціональнішою є технологія використання одних і тих самих свердловин на всіх стадіях освоєння родовища. Ця технологія не тільки знижує газовиділення в атмосферу шахти, але суттєво збільшує рівень безпеки.

Висновки. 1. На досліджуваних ділянках розподіл газу у вуглепородних масивах нерівномірний і підпорядкований геологічним і техногенним факторам, а у відпрацьованому просторі при ефективних фільтраційно-ємнісних показниках відбувається флюїдонасичення новоутвореного колектора.

2. За критеріями ранжування техногенних систем Львівсько-Волинського басейну визначено шість конкретних локальних об'єктів.

До першочергових об'єктів для освоєння новоутворених техногенних систем вугільних масивів належать Тяглівське вугільне родовище, поля шахт «Лісова», «Степова», що знаходяться в межах Червоноградського геолого-промислового району.

До другої черги освоєння техногенних газоносних локальних об'єктів належать Забузьке та Межиріченське вугільні, Великомоствіське газове родовища. Волинське та Любельське вугільні родовища знаходяться в зоні газового вивітрювання, тому є безперспективними.

Для збільшення ресурсної бази енергетичного балансу України необхідно продовжувати освоєння Львівсько-Волинського басейну з використанням вуглеводневої сировини новоутворених техногенних нафтогазоносних систем. Варто враховувати також вплив новоутворених техногенних систем на довкілля.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Екологічна безпека вугільних родовищ України / [Г.І. Рудько, О.І. Бондар, Є.О. Яковлев та ін.]. – К.: Видавничий дім «Букрек», 2016. – 608 с. – (ДКЗ України).

Енергетично-ресурсна складова розвитку України / [С.О. Довгий, М.І. Євдошук, М.М. Коржнев та ін.]. – К.: НІКА-Центр, 2010. – 263 с.

Євдошук М.І. Ресурсне забезпечення видобутку вуглеводнів України за рахунок малорозмірних родовищ / М.І. Євдошук. – К.: Наук. думка, 1997. – 278 с. – (Державний комітет України по геології і використанню надр).

Лівенцева Г.А. Гідрогеологічні особливості вуглепородних масивів Львівсько-Волинського басейну / Г. А. Лівенцева // Актуальні проблеми гідрогеології: матеріали. конф. – Харків, 2015. – С. 43-45.

Лівенцева Г.А. Особливості геологічної будови та перспективи подальшого освоєння Львівсько-Волинського басейну / Г.А. Лівенцева. // Геологічний журнал. – 2015. – № 1 (350). – С. 35-44.

Юрова М.П. Перспективы и возможности использования угольного метана как нетрадиционного источника энергии / М.П. Юрова // Георесурсы. – 2016. – Т. 18. № 4. Ч. 2. – С. 319-324.

REFERENCES

Environmental safety of coal deposits in Ukraine / [G.I. Rudko, O.I. Bondar, Ye. O. Yakovlev et al.]. – K. : Publishing House "Bukrek", 2016. – 608 p. - (GCS Ukraine).

Energy-resource component of Ukraine / [S. O. Dovgyi, M.I. Yevdoshchuk, M.M. Korzhnyev et al.]. – K.: NIKA Center, 2010. – 263 p.

Yevdoshchuk M.I. Resource support hydrocarbon Ukraine production by of little sizes deposits / M.I. Yevdoshchuk. – K. : Science. opinion, 1997. – 278 p. – (State Committee of Ukraine on geology and subsoil use).

Liventseva H.A. Hydrogeological features of coal rock massif Lviv-Volyn basin / GA Liventseva // Current problems of hydrogeology materials. Conf. – Kharkiv, 2015. – P. 43-45.

Liventseva H.A Features of geological structure and prospects of further development of the Lviv-Volyn basin / GA Liventseva. // Geological Journal. – 2015. – № 1 (350). – P. 35-44.

Yurova M.P. Prospects and possibilities of using coal methane as an unconventional energy source / M.P. Yurova // Georesources – 2016. – Т. 18. № 4. Part 2. – P. 319-324.

M. I. Yevdoshchuk, H.A. Liventseva
GEOLOGICAL CRITERIA FOR PREDICTION OF LOCAL GAS-BEARING TECHNOGENIC OBJECTS
OF LVIV-VOLYN BASIN

The paper determines the prospects of using coal-gas-bearing technogenic systems in exploited before coal massifs and layers of Lviv-Volyn basin following accepted geological criteria; geological preconditions of forming technogenic gas reservoirs and collectors with improved filtration properties were determined; six concrete local objects were found by using criteria of ranging technogenic systems in Lviv-Volyn basin.

Key words: Lviv-Volyn basin, man-caused (new-formed) collector, local technogenic objects, coal massif.

Н.И. Евдощук, А.А. Ливенцева
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГАЗОНОСНОСТИ ЛОКАЛЬНЫХ
ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ЛЬВОВСКО-ВОЛЫНСКОГО БАСЕЙНА

Дано определение перспектив использования углегазоносных техногенных систем отработанных угленосных массивов и угольных толщ Львовско-Волынского бассейна по установленным геологическим критериям; определены геологические предпосылки формирования техногенных газовых резервуаров и коллекторов с улучшенными фильтрационными свойствами; по критериям ранжирования техногенных систем Львовско-Волынского бассейна определено шесть конкретных локальных объектов.

Ключевые слова: Львовско-Волынский бассейн, техногенный (новообразованный) коллектор, локальный техногенный объект, угольный массив.

Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ

Євдощук Микола Іванович

E-mail: myevdoshchuk@rambler.ru

Лівенцева Ганна Анатоліївна

E-mail: hannaliventseva@gmail.com

Стаття надійшла: 31.08.2016