

До першої черги віднесена також асфальтована дорога (3 км) від с.Старуні, до якого вже є асфальт, до “Парку Льодовикового періоду” (рис. 4), яка буде побудована за рахунок державного бюджету України, згідно затвердженої Кабінетом Міністрів України Програми розвитку туризму в Івано-Франківській області. На самому об’єкті інвестор будує кілька котеджів для сільського зеленого туризму (рис. 3), які теж починають давати прибуток, а також автостоянку. На природоохоронній території (60 га) починається створення інформаційних макетів і стендів із зображенням волохатих носорогів, мамонтів, північних оленів, коней та інших тварин льодовикової епохи, вігвамів кроманьйонців, сцен їх полювання на крупних тварин та ін.

2. До другої черги інвестування проекту, коли вже перша черга почала давати достатній прибуток, віднесена побудова кафе-мотелю “Палеолітр” у вигляді вігвамів первісної людини, продовження будівництва котеджів для сільського зеленого туризму (рис. 4), ресторану “Хобот мамонта”, макетів озокеритових копалень, нафтогазових свердловин, “качалок”, а також лабораторного корпусу Старунського геодинамічного полігону для наукових досліджень.

3. Третя черга – це кафе “Солянка” і музей солевидобування на Прикарпатті (рис. 4), ставки-водосховища з міні ГЕС для літнього і зимового відпочинку туристів і спортсменів на р. Великий Лукавець та його лівому притоку, крісельний підйомник на гору, де починається великий лісовий масив з грибами, ягодами, доріжками для прогулянок і т.д., а також бальнеологічний санаторій “Карпатський грязьовий вулкан” для озокерито-грязе-солелікування.

Бізнес-план та кошторисні розрахунки показують, що Старунський еколого-туристичний центр “Парк Льодовикового періоду” з науковим геодинамічним полігоном може бути створений за 3 роки, буде давати хороший прибуток інвесторам, служити людям для відпочинку і лікування, забезпечувати необхідні наукові дослідження та робочі місця для населення.

#### Література

1. Александрович Ш.В. Старуня і дослідження четвертинного періоду в традиції та ініціативах Польської Академії Вміння / Ш.В. Александрович ; пер. з польськ. Я.Д. Гладун, В.І. Куліш. – Івано-Франківськ, 2008. – 168 с.
2. Alexandrowicz S.W. Starunia i badania czwartorzędu w tradycji i inicjatywach Polskiej Akademii Umiejetnosci. Studia i materially do dziejow Polskiej Akademii Umiejetnosci, 3. – Krakow, 2004. – 261 p.

## ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ

УДК 551.131

БСН 051.622.8. (429, 86)

*Семчук Я.М., Савчук Л.Я.*

*Івано-Франківський національний  
технічний університет нафти і газу*

### ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ КАЛУСЬКОГО ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО РЕГІОНУ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Приведена екологічна характеристика гірничо-промислового регіону. Потенційними і реальними небезпечними об’єктами є: Домбровський кар’єр, шахтне поле підземної розробки калійних солей, хвостосховища хімічної фабрики, солевідвали кар’єра. Визначені напрями мінімізації впливу їх на довкілля.

**Ключові слова:** гірничо-промисловий регіон, небезпечні об’єкти, кар’єр, шахтне поле, калійні солі.

Приведена экологическая характеристика горно-промышленного региона. Потенциальными и реальными опасными объектами являются: Домбровский карьер, шахтное поле подземной разработки калийных солей, хвостохранилища химической фабрики, солеотвалы карьера. Определены направления минимизации влияния их на окружающую среду.

**Ключевые слова:** горно-промышленный регион, опасные объекты, карьер, шахтное поле, калийные соли.

Ecological description of mining industrial region is resulted. Potential and real dangerous objects are: Dombrovskiy of delft, mine field of underground development of salts of potassium, tailing dump of chemical factory, saline dump of the delft. Sending of minimization an influence of them is certain to the environment.

**Keywords:** the mining industrial region, real dangerous objects, delgth, mine field, salts of potassium.

**Постановка проблеми.** Враховуючи складну техногенно-екологічну ситуацію, що склалась в м.Калуші та Калуському районі, Калуська міська рада 24.03.2008 р. прийняла рішення № 559 „Про кризову екологічну ситуацію в районі Калуського промислового вузла та шляхи виходу з неї”, а районна рада своїм рішенням № 342-19 від 16 квітня 2008 р. підтримала його. Прийнято рішення: „Просити Президента України, Кабінет Міністрів України, Верховну Раду України визначити місто Калуш та Калуський район Івано-Франківської області зоною екологічного лиха, а масштабність екологічних наслідків в зоні діяльності підприємств Калуського промислового вузла кваліфікувати як надзвичайну ситуацію державного рівня”.

Після відвідання та ознайомлення з екологічно-небезпечними об'єктами Калуша, Президент України підписав указ про оголошення міста та прилеглих до нього сіл зоною надзвичайної екологічної ситуації, а згодом на сесії Верховної Ради указ затвердили та виділили містові 560 мільйонів 807 тисяч гривень.

Екологічна ситуація у регіоні, що виникла в результаті інтенсивного розвитку техногенних порушень при розробці калійних родовищ, вимагає визначення першочергового спрямування коштів на мінімізацію впливу екологічно-небезпечних об'єктів на довкілля.

Потенційними і реальними небезпечними об'єктами, які в екологічному відношенні у межах Калуського регіону є: Домбровський кар'єр, шахтні поля підземного видобутку калійних солей, хвостосховища хімічної фабрики, солевідвали кар'єра.

**Із історії питання.** Відкрита розробка родовищ калійних солей вперше у світовій практиці здійснювалась на Прикарпатті у Домбровському кар'єрі [6]. У 1953 р. був закладений дослідно-промисловий кар'єр розміром 100x100 м, у якому відбувалися спостереження за умовами розробки калійних солей, стійкістю бортів кар'єру, карстопроявами, режимом підземних вод. Дослідження показало, що розробка солей відкритим способом можлива лише після осушення кар'єру. Була побудована кільцева дренажна траншея довжиною 5300 м для дренажу ґрунтових вод. З 1967 р. започаткований промисловий видобуток калійних руд.

Подріблення руди і скельних розкривних порід проводилось буро-вибуховим способом, транспортування руди та розкривних порід здійснювалось автомобільним транспортом. Рихлі розкривні породи розроблялись чотирма уступами висотою до 10 м з організацією селективної виїмки: ґрунтово-рослинного шару, суглинків, галечників і гіпсо-глинистої „шапки”. Скельні розкривні породи та рудний поклад – уступами висотою до 15 м.

За весь період експлуатації з Домбровського кар'єру видобуто 35,4 млн. м<sup>3</sup> розкривних порід і 14,7 млн. м<sup>3</sup> калійної руди, разом 50,1 млн. м<sup>3</sup> гірничої маси.

Відмітим, що експлуатація кар'єру до 1985 р. проводилася згідно технічного проекту, він був своєрідним об'єктом, світовим прикладом видобування калійних солей у складних гідрогеологічних і кліматичних умовах Прикарпаття. І цей спосіб відкритої розробки дістав високу оцінку у зарубіжних і відчизняних спеціалістів. Організовувалися наукові екскурсії, наради, семінари.

Автором статті була розроблена методика гідрогеологічного обґрунтування способів охорони підземних вод від засолення високомінералізованими розсолами в умовах відкритої розробки калійних родовищ і була успішно захищена, за даною темою, кандидатська дисертація у Московському інституті „ВОДГЕО”.

Однак, починаючи з кінця вісімдесятих років, у гонитві за плановими показниками видобутку калійних солей, нехтуючи науковими дослідженнями та відхиляючись від проектних рішень, екологічний

стан в районі кар'єра почав погіршуватися, а саме: не проводилась боротьба з карстом у дренажній траншеї, не ліквідувався гідравлічний зв'язок дренажної траншеї з руслом річки Сівки, не проводилось внутрішнє відвалоутворення. У 2003-2005 роках екологічна ситуація в районі кар'єра ще більше ускладнилася при руйнуванні внутрішньокар'єрного поля і з'єднання його з дренажною траншеєю, що призвело до інтесифікації розвитку карсту в районі, майже удвічі збільшилася площа водозбору атмосферних опадів за рахунок внутрішньокар'єрної смуги, прилеглої до внутрішнього борту кільцевої дренажної траншеї. На сьогоднішній день площа водозбору атмосферних опадів становить 360-380 га. З урахуванням середньорічної кількості опадів 700 мм, поступлення вод в кар'єр тільки за рахунок атмосферних опадів становить 2,5027 млн. м<sup>3</sup> в рік. Крім цього з припиненням відкачки дренажних вод у зовнішні водойми весь приплив води з гравійно-галькового водоносного горизонту потрапляє в кар'єр.

Таким чином, загальний приплив вод у кар'єр, за приблизними розрахунками, зараз становить біля 4 млн. м<sup>3</sup>/рік. Отже, через 6-7 років рівень розсолів з'єднається з рівнем водоносного горизонту гравійно-галькових відкладів. Тоді виникне дуже небезпечна екологічна ситуація регіонального рівня, внаслідок сольового забруднення поверхневих і підземних вод, ґрунтів, відновляться карстові процеси за межами кар'єра, просідання земної поверхні. Може встановитися гідравлічний зв'язок між кар'єром і шахтними полями шахти „Ново-Голинь”. Сольове забруднення може досягти р.Лімниця та водозабору для м.Калуша.

У 2005 р. Інститут гірничо-хімічної промисловості (ВАТ „Гірхімпром”) розробив техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) ліквідації Домбровського кар'єру (три варіанти), а саме заповнення залишкової ємкості кар'єру прісними водами з попереднім скидом всіх розсолів ДП „Калійний завод”, другий варіант – організації у Домбровському кар'єрі прісного озера і третій варіант – заповнення кар'єру відходами ДП „Калійний завод”. Терміни, у залежності від впровадження варіантів, від 15 до 21 року.

Усі ці варіанти не вирішують геоecологічну проблему щодо впливу кар'єру на довкілля, а ще більше її ускладнюють, оскільки вони не обґрунтовані науковими дослідженнями. Особливо абсурдним є варіант організації у Домбровському кар'єрі прісного озера. Хіба можна у соляному просторі (кар'єрі) створити прісне середовище, де велика швидкість молекулярної дифузії? У цьому випадку Домбровський кар'єр буде необмеженим джерелом сольового забруднення довкілля у глобальному масштабі з непередбаченими наслідками.

**Методика дослідження та аналіз результатів.** Основним заходом зменшення впливу Домбровського кар'єру на довкілля (альтернативи не має) є ліквідація дренажної траншеї об'ємом 2 млн. м<sup>3</sup>, шляхом засипки її глинистими породами, тобто необхідно ізолювати кар'єр від припливу поверхневих та ґрунтових вод. Автором статті, працюючи ще в НДІ „Галургія”, розроблені рекомендації з ліквідації дренажної траншеї. У цьому випадку припиниться карстоутворення у траншеї, ліквідуються шляхи поступлення у кар'єр ґрунтових вод та вод з водоканалу р.Сівка. Розсоли, які утворюються в кар'єрі за рахунок вилуговування його уступів атмосферними опадами, можна буде використати у технологічному процесі (технологія переробки розсолів, розроблена у НДІ „Галургія”), або вони можуть бути захоронені у виснажені розробкою покладів газу породи нижньодашавського горизонту Гринівського родовища. На кафедрі безпеки життєдіяльності ІФНТУНГ розроблені теоретичні та методичні основи процесу захоронення високомінералізованих розсолів калійних родовищ Передкарпаття [2,3]. І, нарешті, цей природоохоронний захід у перспективі може дозволити провести виїмку ще 26 млн. м<sup>3</sup> залишкових калійних руд.

Відчутний вплив на засолення поверхневих і підземних вод при відкритій розробці калійних солей мають розкривні породи Домбровського кар'єру, представлені легкорозчинними соленосними глинами. Вміст хлористого натрію в породах доходять до 70%. Складування порід проводилося у відвали №1 і №4. Загальна площа солевідвалів становить 82,4 га. У відвали заскладовано біля 40 млн. т порід.

Авторами статті протягом багатьох років досліджувалися процеси формування розсолів за рахунок солевідвалів кар'єру. Підраховано, що при розчиненні солевідвалів Домбровського кар'єру атмосферними опадами, утворюється біля 200 тис. м<sup>3</sup>/рік розсолів з мінералізацією до 250 г/м<sup>3</sup>, причому біля 50 тис. м<sup>3</sup> попадає у поверхневі та підземні води, утворюючи ареали засолення. Площа ареалів досягає 25-50 га з мінералізацією вод у їх межах – 10-27 г/дм<sup>3</sup>. Природоохоронними заходами зі зменшення впливу солевідвалів є закінчення технічної та біологічної рекультивациі їх поверхні, ула-

штування баражних, ін'єкційних або гідродинамічних завіс на шляху розповсюдження засолених вод у напрямку ріки Лімниця.

Порожнини шахт „Калуш” та „Ново-Голинь”, згідно технічних проектів, планувалося заповнення твердими матеріалами та відходами хімічної фабрики. Але з різних причин дані заходи не були виконані, що створило ризики просідання земної поверхні, утворення провальних ям на земній поверхні (рис. 1). Зупинимось детальніше на цій проблемі.

До 1867 р. на території родовища добували кухонну сіль методом вилуговування, а починаючи з 1870 р. у районі шахти „Калуш” почався видобуток калійних солей, який припинився у 1978 р.

Починаючи з 1971 р., у підземних гірничих виробках Центрального поля шахти „Калуш”, на II горизонті (глибина 76 м) був зафіксований приплив розсолів з дебітом 5 м<sup>3</sup>/добу. Мінералізація їх коливалася від 90 до 375 г/дм<sup>3</sup>. Дослідженнями встановлений гідралічний взаємозв'язок шахтних вод-розсолів з водами надсолевих порід. У лютому 1975 р. зареєстровано значне збільшення припливу розсолів у районі шахтного стовбура №6 Центрального поля, який досягав вже 100-120 м<sup>3</sup>/добу, а потім – 250-300 м<sup>3</sup>/добу [1].

Збільшення припливу агресивних вод у гірничі виробки призвело до інтенсивного розчинення солей, активізувало карстові процеси в соленосних і соляних породах, що призвело до утворення на промплощадці шахти „Калуш” протягом року двох провальних ям і стало причиною руйнування складу готової продукції та істотних деформацій адміністративно-побутового корпусу дослідної хімічної фабрики.



**Рис.1. Мульда зсуву земної поверхні на Північному каїнітовому полі внаслідок природного затоплення гірничих виробок**

При своєму русі до штучних дрен – гірничих виробок, агресивні по відношенню до надсолевої товщі розсоли, найбільш інтенсивно вилуговували і розчиняли теригенно-галогенні відклади, які складають водозахисну стеліну. Це вказувало на те, що в будь-яких місцях і в будь-який час на земній поверхні можуть утворитися провальні ями. Протягом природного затоплення шахти в межах гірничого відводу утворилося 10 провальних ям різних розмірів.

Виходячи із ситуації, що склалася під впливом природного (некерованого) затоплення шахти „Калуш”, що могло призвести до непередбачених наслідків, у 1977 р. вирішено розробити рекомендації з регульованого затоплення шахти. З цією метою проводилися лабораторні і шахтні експерименти з впливу вологості соляного масиву на міцність соляних порід і визначалися швидкості розчинення та глибина вилуговування солей під впливом води і розсолів різної концентрації [4, 5]. На основі досліджень одержано 3 авторські свідоцтва б.в.б. СРСР, проведені консультації зі спеціалістами ГДР, які мають великий досвід з регульованого затоплення гірничих виробок, де на початок 1980 р. було ліквідовано 5 соляних шахт. Результати дослідження з регульованого затоплення калійних шахт доповідалися на Міжнародних симпозіумах, на науково-технічних нарадах Державного науково-дослідного

інституту галургії Мінхімпрому СРСР, Всесоюзному об'єднанні „Союзкалій” і інших організаціях. У 1982 р. вже була розроблена схема регульованого затоплення шахти „Калуш”, а саме Центральне поле (де розташовані багатопверхові будинки та споруди) затоплюється насиченими розсолами, а Північне каїнітове поле заповнюється ненасиченими, яку необхідно було негайно впроваджувати. Але з вини тодішнього керівництва „Хлорвініл” впровадження не було виконано і шахта у подальшому піддавалася руйнівному впливові природного затоплення.

У 1987 р. на Північному каїнітовому полі пройшов раптовий провал земної поверхні, що викликав землетрус силою 4 бали (за шкалою Ріхтера). Площа мульди зсуву 100x200 м, глибина 18 м. У межах зони провалу і вздовж його границь спостерігалися багаточисельні тріщини довжиною до 10 м, шириною до 1,5 см. Центральна її частина була затоплена. Одночасно із провалом земної поверхні утворилася яма розмірів 17,5x18,8 м глибиною 8 м. Утворення мульди і провальної ями призвело до неможливості експлуатації 40 цегляних житлових будинків. Крім будинків, руйнуванню піддалася частина дороги Калуш-Львів і різноманітні комунікації.

У цьому ж році у руслі ріки Сівка утворилися 2 провальні ями, які були шляхами прориву вод у гірничі виробки. Враховуючи розхід ріки 60-70 тис. м<sup>3</sup>/добу, втягнення вод ріки у загальний водоплив у шахту призвело би до затоплення всього об'єму відроблених порожнин (3 млн. м<sup>3</sup>) протягом 1,0-1,5 місяців із катастрофічними наслідками для частини міста Калуша і навколишнього середовища. Створилася аварійна ситуація, що вимагала природоохоронних заходів. І аж у 1988 р. почалося регульоване затоплення шахти „Калуш”, яке закінчилося у кінці 1990 р.

Таким чином, впровадження способу регульованого затоплення відроблених виробок шахти „Калуш” дозволило зменшити процеси карстоутворення і зсуви земної поверхні над гірничими виробками і, насамперед, виключило руйнування центральної частини міста Калуша. Утворення провальних ям у післяліквідаційний період ніяк не пов'язано із затопленням гірничих виробок розсолами, а є наслідком природного затоплення шахти протягом 1971-1990 років, де над затопленими гірничими виробками шахти утворилося біля 150 тис. м<sup>3</sup> пустот, які проявляються і можуть проявитися зараз у вигляді провальних ям на земній поверхні у будь-який час і у будь-якому місці.

Крім цього, у межах шахтного поля на земній поверхні, можуть виникати провальні ями над так званими луговнями, які утворилися при добуванні розсолів у XVIII-XIX століттях для одержання кухонної солі і місця їх розташування невідомі. Просідання земної поверхні зараз якраз фіксуються не на суцільному гірничому масиві над затопленими виробками, а у районі утворених провальних ям. Твердження деяких „спеціалістів” у місцевій пресі, що регульоване затоплення гірничих виробок розсолами є неправильне рішення не відповідає дійсності. Даний спосіб був вимушеною альтернативою заповнення гірничих виробок твердим матеріалом і далі застосовується на калійних шахтах Німеччини, Франції, а зараз впроваджується на Стебницькому родовищі калійних солей, до речі, за методичними вказівками автора.

Ще раз відмітим, що після регульованого затоплення гірничих виробок насиченими розсолами запас міцності ціликів (своєрідних піддержуючих земну поверхню стовпів) за рахунок гідростатичного тиску збільшується майже удвічі, що ще більше стабілізує земну поверхню.

Не зрозуміло, з яких причин вже зараз село Сівка-Калуська віднесена до зони надзвичайної ситуації, яка вимагає відселення 268 житлових будинків зі школою і в зв'язку з цим виникає паніка серед жителів села. У даний час, як показують інструментальні заміри, швидкість осідання земної поверхні над гірничими виробками шахти „Ново-Голинь” складає від 6-11 мм/рік (репер 178) до 1мм/рік (репер 253) і знаходиться на початковій стадії. На інших трьох профільних лініях деформації земної поверхні взагалі не виявлені. Прогнозна ситуація, що максимальне осідання земної поверхні досягне (через століття) 19,5 м, базується тільки на припущеннях за допомогою математичних розрахунків.

Відмітимо, що природне затоплення і карстові процеси на дільниці, малоймовірні, оскільки ліквідована зона розвантаження (гірничі виробки заповнені розсолами). Розробка калійних солей на дільниці проводилася камерною системою із залишенням стрічкових ціликів шириною 10-12 м з достатнім запасом міцності. Після регульованого затоплення гірничих виробок запас міцності ціликів внаслідок гідростатичного тиску збільшиться майже удвічі, що ще більше стабілізує поверхню. Порушення стійкості земної поверхні можливе у майбутньому на ділянках, де мають місце виходи теригенних порід („мидлярк”), які складають водозахисну стеліну. Для прийняття відповідних заходів

цей процес повинен контролюватися з поверхні землі за допомогою геофізичного та гідрогеологічного моніторингу.

Викликає занепокоєння, що є екологічною проблемою, Хотінське сільвінітове поле, яке відпрацьоване у 1961-1975 роках. Затоплення відроблених порожнин Хотінського поля, враховуючи той факт, що зруйновані міжкамernі цілики, автором розроблена схема заповнення відробленого простору шахтного поля об'ємом 800 тис. м<sup>3</sup> водою. Варіант затоплення Хотінського поля не реалізований, що зв'язано з відсутністю житлового фонду для переселення жителів. У зв'язку з цим існує небезпека прориву вод ріки Лімниця у відпрацьований простір (природа пустоти не "терпить") і це призвело би до катастрофічних наслідків. Відмітимо, що ВАТ "Оріана" вже провело відселення мешканців з 26 будинків, а всього у зону впливу потрапляє 109 будинків.

Потенційно небезпечним об'єктом для довкілля зараз є хвостосховище №2, що вимагає негайного вирішення. Хвостосховище №2 побудоване в 1984 р. Площа 48 га, загальна смість 10,7 млн. м<sup>3</sup>, заповнено відходами, об'ємом біля 12 млн. м<sup>3</sup>. Під час випадання інтенсивних опадів можливий перелив розсолів через тіло дамби, що спричинить розмив укосів і руйнування дамби та виливу великої кількості розсолів у зовнішні водойми. Вздовж дамби на території хвостосховища почали розвиватися карстові процеси, які призводять до утворення просідання та фільтрації розсолів через тіло дамби, що спричиняє забруднення навколишнього середовища. Прорив розсолів з хвостосховища може призвести до непередбачуваних негативних явищ, аналогічно катастрофі на хвостосховищі Стебницького калійного комбінату у 1983 р. (Львівська область). Для вирішення цієї проблеми необхідно насамперед осушити хвостосховище шляхом закачки розсолів об'ємом біля 2 млн. м<sup>3</sup> або у відролені виробки шахти "Ново-Голинь", або у Домбровський кар'єр. Цю проблему можна було вирішити у минулі роки, враховуючи ліквідацію шахти "Ново-Голинь" розсолами. Після осушення провести гірничо-технічну рекультивуацію. Технологія рекультивації хвостосховищ розроблена нами ще у 80-х роках минулого століття.

**Висновки.** Таким чином, інтенсивний розвиток процесів техногенних порушень, створених людською діяльністю у Калуському промисловому районі та висока ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій, вимагають термінових ефективних дій, спрямованих на попередження та недопущення нової екологічної катастрофи в Україні. Для запобігання розпорошеності науково-дослідних робіт, їх впорядкування та вироблення цілісної, єдиної програми з досліджень та їх реалізацій доцільно визначити відповідального виконавця та координуючою установою Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, в якому працюють досвідчені фахівці в галузі охорони довкілля.

### Література

1. Бондар Г.В. Стан екологічної ситуації на Калуш-Голинському родовищі на стадії ліквідації / Г.В. Бондар // Екологія і ресурси. – 2007. – Вип.17. – С.42-46.
2. Манюк О.Р. Дослідження особливостей геологічної будови та гідрогеологічних умов Калуш-Голинського родовища калійних солей з метою проектування полігону захоронення високо мінералізованих розсолів / О.Р. Манюк, Я.М. Семчук // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2007. – №1. – С.21-26.
3. Манюк О.Р. Підземне захоронення високо мінералізованих розсолів Калуш-Голинського родовища калійних солей у виснажені розробкою поклади вуглеводів, як ефективний захід захисту довкілля / О.Р. Манюк, О.Д. Мельник, Я.М. Семчук // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2008. – №7. – С.49-57.
4. Семчук Я.М. Дослідження процесів розчинення та вилуговування соляних порід для оцінки наслідків затоплення калійних шахт / Я.М. Семчук, О.С. Малишевська // Хімічна промисловість України. – 2002. – №1. – С. 9-12.
5. Семчук Я.М. Дослідження порушення соляного масиву навколо виробок калійних шахт та впливу вологості на міцність порід / Я.М. Семчук, О.С. Малишевська // Уголь України. – 2002. – № 2-3. – С.22-23.
6. Семчук Я.М. Вплив систем розробки калійних родовищ на геологічне середовище / Я.М. Семчук, Л.Є. Шкіца // Уголь України. – 2004. – № 3. – С.10-11.