ISSN 1682-721X

# МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ 4'2012

МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ
науковий журнал,
виходить 4 рази на рік,
грудень, 2012 р.
Видається з 01.03.1994 р.

УДК 55(477)(051)
ББК 26.3(4УКР)Я5
М61

ЗАСНОВНИКИ:
Державна служба геології та надр України, Український державний геологорозвідувальний інститут

Зареєстровано у Державній реєстраційній службі України, свідоцтво про державну реєстрацію серія КВ № 19022-7902ПР від 05.06.2012 р.

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР:
Олег Альбертович Проскуряков

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:
Сергій Володимирович Гошовський
*(заст. головного редактора)*
Михайло Валентинович Гейченко
*(заст. головного редактора)*
Світлана Олексіївна Некрасова
*(відповідальний секретар)*
Олександр Борисович Бобров
Юрій Іванович Войтенко
Петро Федосійович Гожик
Іван Гаврилович Зезекало
Леонід Васильович Ісаков
Михайло Васильович Кочкур
Михайло Дмитрович Красножон
Євстахій Іванович Крижанівський
Ярослав Григорович Лазарук
Олександр Іванович Левченко
Георгій Григорович Лютий
Олена Ігорівна Ляшенко
Борис Ігорович Малюк
Володимир Сергійович Міщенко
Олександр Володимирович Плотников
Олександр Миколайович Пономаренко
Василь Леонтійович Приходько
Георгій Ілліч Рудько
Віталій Іванович Старостенко
Анатолій Петрович Толкунов
Микола Васильович Фощій
Ігор Семенович Чуприна
Василь Якович Шевчук
В'ячеслав Михайлович Шестопалов
Євген Олександрович Яковлєв

У разі передруку посилання на "Мінеральні ресурси України" обов'язкове

Рекомендовано до друку вченою радою УкрДГРІ протокол № 3 від 04.07.2012 р.

Видавництво УкрДГРІ,
свідоцтво про державну реєстрацію № 182 серія ДК від 18.09.2000 р. 04114, м. Київ, вул. Автозаводська, 78

Адреса редакції:
04114, м. Київ, вул. Автозаводська, 78

Київ
УкрДГРІ
2012

© УкрДГРІ, 2012

4/2012

## ЗМІСТ

МАЛЮК Б. І., ТКАЧЕНКО М. В.
XXXIII Генеральна асамблея асоціації геологічних служб Європи (м. Відень, Австрія, 18–21 вересня 2012 р.) 3

РОСЛИЙ І. С.
X Міжнародна конференція "Крим – 2012". Інформаційне повідомлення 6

КОВАЛЬОВ Д. М.
Міжнародна науково-практична конференція "Сейсмо-2012" 8

ПІДДУБНА Т. Д.
Міжнародна науково-практична конференція "Судацькі геологічні читання – III (VIII)" на тему "Актуальні проблеми геології, прогнозу, пошуків та оцінки родовищ твердих корисних копалин" (м. Судак, Автономна Республіка Крим, 17–23 вересня 2012 р.) 10

БУРЛУЦЬКИЙ М. С., КУРИЛО М. М.
Сучасний стан ринку й перспективи розвитку мінерально-сировинної бази германію в Україні 14

ЗАЯЦЬ О. В., ЛАРІКОВ А. Л., СЬОМКА Л. В., КОШЕЛЄВ О. В.
Геохімічні особливості й типізація рідкіснометалевих русько-полянських гранітів корсунь-новомиргородського комплексу 18

ОСЬМАЧКО Л. С.
Голованівська шовна зона як гібридна дислокаційна структура 23

ГОШОВСЬКИЙ С. В., РОСЛИЙ І. С.
Актуальність дорозвідки брахіантиклінальних структур південно-східної частини Дніпровсько-Донецького авлакогену
Стаття 2. Епігенетична зональність і перспективні напрями дорозвідки Новомечебилівської складки 32

ПРИХОДЧЕНКО О. Є., БОДНАРУК Р. І.
Застосування об'ємної глибинної міграції під час побудови структурно-геологічних моделей для зон складної тектонічної будови 40

ГОШОВСЬКИЙ С. В., ЗУР'ЯН О. В.
Ефект "нічного нагрівання" сонячного колектора – критерії і фізичні основи 43

Стан і перспективи розвитку наукової періодики України 47

**Б. І. МАЛЮК,** д-р геол.-мінерал. наук, в. о. заступника директора УкрДГРІ,
**М. В. ТКАЧЕНКО,** директор ДГП "Геолекспертиза"

# XXXIII ГЕНЕРАЛЬНА АСАМБЛЕЯ АСОЦІАЦІЇ ГЕОЛОГІЧНИХ СЛУЖБ ЄВРОПИ

## (м. Відень, Австрія, 18–21 вересня 2012 р.)

Чергова XXXIII Ґенеральна асамблея Асоціації геологічних служб Європи (АГСЄ) відбулась 18–21 вересня 2012 року в м. Відні, Австрія і складалась з пленарної частини та геологічної екскурсії. Для участі в зазначених заходах у складі офіційної делегації України були направлені О. А. Проскуряков (голова Держгеонадр України), Л. М. Ґончарук (перший заступник голови Держгеонадр України), Б. І. Малюк (в. о. заступника директора УкрДГРІ, контактна особа Держгеонадр в АГСЄ), М. В. Ткаченко (директор ДГП "Ґеолекспертиза").

Від того часу, як Україна бере участь у роботі Ґенеральних асамблей АГСЄ (див. [1–5]), на цьому форумі розглядаються дуже важливі організаційні питання, які, попри асоційований статус України, безпосередньо стосуються Держгеонадр. Програма пленарних засідань XXXIII Ґенасамблеї (фото 1) включала як традиційні процедурні та організаційні питання (звіти керівництва АГСЄ, виконавчого комітету, керівників експертних груп АГСЄ, річна статистика тощо), так і спеціальні доповіді, які стосувалися перспектив розвитку АГСЄ. Зокрема, останніми роками тривають пошуки місця АГСЄ в структурі європейських інституцій. На XXVIII Ґенасамблеї АГСЄ (м. Брюссель, 22–24 квітня 2010 р.) визначено потенційні напрями як самостійного розвитку АГСЄ з поступовим набуттям дедалі більшої ваги серед установ та організацій ЄС, так і співробітництва АГСЄ з наявними європейськими інституціями, що сприятиме підвищенню авторитету і ролі АГСЄ на загальноєвропейському тлі. Насправді другий напрям має на меті поступову інтеграцію АГСЄ до експертних і керівних структур ЄС, аж до її перетворення на самостійну структуру такого рангу (наприклад, Ґеологічну службу Європейського Союзу). Цей стратегічний задум керівництва АГСЄ видається зрозумілим, оскільки на відміну від України геологічні служби країн ЄС не є центральними органами виконавчої влади, тож в Європейському Союзі регуляторні органи та інституції до думки геологічної спільноти прислухаються досить рідко і чи не в останню мить.

Питання стратегії АГСЄ на довгострокову перспективу обговорювалось упродовж 2012 року на попередніх робочих зустрічах і засіданнях АГСЄ. Після розробки відповідних документів робочою групою АГСЄ з питань стратегії це питання, яке дістало робочу назву "стаття 185", було винесено і на розгляд спеціального семінару директорів геологічних служб у межах XXXIII Ґенасамблеї.

Насправді зазначене питання, а саме створення під егідою АГСЄ єдиної геологічної дослідницької інфраструктури Європи, за останні роки вже неодноразово обговорювалось на засіданнях АГСЄ. У розвиток цього напрямку у 2010 році на конкурс науково-дослідних проектів за програмою Єврокомісії FP7 навіть подавалась заявка на спільний оглядовий проект за участю 43 європейських партнерів, включаючи Держгеонадра. Згодом ці матеріали були залучені для підготовки іншої заявки щодо створення європейської інфраструктури геологічної інформації. У ході опрацювання цих пропозицій та їхнього обговорення у відповідних органах та інституціях Єврокомісії (генеральні директорати промисловості, енергетики, досліджень і розвитку) керівництво АГСЄ також вивчило можливість стратегічної інтеграції проектів і досліджень геологічних служб країн Європи в межах спеціальної програми на підставі статті 185 "Договору про функціонування Європейського Союзу" (ДФЄС). Згідно із цією статтею, "під час реалізації багаторічної рамкової програми ЄС може здійснювати заходи, за погодженням з відповідними країнами-членами, щодо участі у науково-дослідних програмах, які виконуються країнами-членами, в тому числі участі у структурах, створених для виконання таких програм". Питання щодо аналізу ситуації й додаткового вивчення можливості використання інструменту статті

**Фото 1. Пленарне засідання Ґенасамблеї в приміщенні Ґеологічної служби Австрії**

© Б. І. Малюк, 2012

185 ДФЄС виносилось на обговорення XXIX засідання контактних осіб АГСЄ (м. Болонья, Італія, 11–12 червня 2012 р.), де було вирішено провести відповідні консультації на рівні національних геологічних служб, міністерств і відомств, яким вони підпорядковані, з тим, щоби на XXXIII Ґенасамблеї АГСЄ остаточно визначити стратегію АГСЄ в цьому напрямку. Додаткове обговорення цього питання також проводилось під час робочої зустрічі представників геологічних служб Європи на XXXIV Міжнародному геологічному конгресі (м. Брісбен, Австралія, 5–10 серпня 2012 р.), де, зокрема, делегація Держгеонадр мала зустріч з Ґенеральним секретарем АГСЄ Л. Демікелі. Одним із ключових питань під час цієї зустрічі було з'ясування правомочності участі України і Держгеонадр у програмі ЄС, яку передбачається реалізувати в межах такого поважного міжнародного документу як "Договір про функціонування Європейського Союзу". Пан Л. Демікелі поінформував керівництво Держгеонадр про те, що він це питання спеціально обговорював у керівних органах Європейської комісії, де отримав позитивну відповідь, з огляду на асоційоване членство Держгеонадр в АГСЄ і те, що Україна від самого початку підготовки програми братиме активну участь у цьому процесі.

Таким чином, на семінарі директорів XXXIII Ґенасамблеї АГСЄ було обговорено і затверджено колективне рішення Ґенасамблеї щодо застосування статті 185 ДФЄС до геологічних наук. Після відповідних процедурних консультацій у виконавчих органах Єврокомісії прийнято також рішення про реалізацію цієї стратегічної ініціативи у два етапи. Протягом ближчих шести

**Рис. 1. Схема проведення геологічної екскурсії**

місяців АГСЄ (за участю усіх національних геологічних служб, зокрема й України) готує заявку на окремий інфраструктурний проект для подання до програми ЄС ERA-NET (European Research Area Network – мережа дослідницьких установ Європи), в межах якого протягом 2013–2014 років буде проведена уся підготовча робота щодо застосування статті 185 ДФЄС до геологічних наук. Очікується, що відповідна програмна заявка буде подана до Єврокомісії наприкінці 2014 року або на початку 2015 року і після прийняття Європарламентом набуде чинності з другої половини 2015 року або з початку 2016 року. Сама програма АГСЄ в межах статті 185 ДФЄС обсягом 400–500 млн євро буде розрахована на 7–10 років і передбачатиме 50 % фінансування з боку Єврокомісії. Решту 50 % необхідного фінансування братимуть на себе учасники програми (національні геологічні служби, в тому числі Держгеонадра), при цьому лише 10 % цих коштів повинні будуть виділятися в грошовому вигляді (витрати на проведення організаційних заходів, у тому числі на відрядження, а також певна кількість спеціальних грантів на виконання окремих важливих завдань), тоді як 40 % співфінансування національні геологічні служби забезпечать за рахунок власних ресурсів (in kind), тобто туди будуть зараховані наявна інфраструктура, персонал, нематеріальні активи, котрі залучатимуться для виконання відповідних робіт.

На завершення XXXIII Ґенасамблеї Геологічна служба Австрії провела дводенну геологічну екскурсію. Перший день екскурсії був присвячений ознайомленню зі структурно-речовинними комплексами, розвинутими на південь від Відня, в межах південної частини Віденського басейну, і далі на південний захід, на східному зануренні Вапнякових Альп. Учасники екскурсії оглянули вапняковий кар'єр St. Margarethen (точка 1, рис. 1), де на пиляне каміння розробляються баденські (середньо-міоценові) карбонатні відклади, сформовані в мілководних умовах рифів на східному фланзі Віденського басейну. У стінках кар'єру учасники екскурсії також мали можливість бачити прояви неотектонічних рухів четвертинного віку.

Після переїзду на точку 2, яка розміщена на вершині Hohe Wand у Вапнякових Альпах (фото 2), де у верхній частині крутого західного флангу південної частини Віденського басейну розвинуті тріасові карбонатні породи, учасникам екскурсії було подано стислий нарис тектонічного розвитку мезозойського Альпійського складчастого поясу та міоценового Віденського басейну. Обсяг цього повідомлення не дає змоги в деталях зупинятись на цьому питанні, можна лише нагадати, що Австрія є саме тою країною, де впродовж XIX–XX століть розвивалися класичні європейські наукові школи та розроблялися численні тектонічні моделі альпійського тектогенезу, альпійської складчастості, як власне й Альпійського поясу як надзвичайно складного елементу тектонічної будови Європи.

На точці 3 учасники екскурсії відвідали музей Kaiserbrunn, де ознайомились з дуже цікавою системою водопостачання м. Відня. Майже вся питна вода, яку споживає Відень, постачається по двох системах водогонів (рис. 2), які складаються переважно з галерей. Система була започаткована в 60-х роках XIX століття зусиллями видатного австрійського геолога Едуарда Зюсса (автор гіпотез про суперконтинент Ґондвана та океан Тетис). На відстані близько 150 км від Відня, високо в Альпах питна вода збирається з карстових джерел, які живляться талим снігом альпійських вершин. Далі по системі галерей вода постачається до Відня, причому транспортування здійснюється без вико-

**Фото 2. Геологічна екскурсія, день 1, панорама Віденського басейну з гори Hohe Wand**

ристання насосних станцій, за рахунок перепаду висот, а на шляху транспортування навіть побудовано декілька місцевих електростанцій. Завдяки надійному екологічному захисту карстових джерел вода, що постачається до Відня, майже не потребує жодного очищення.

Протягом другого дня екскурсії учасники ознайомились з геологічними об'єктами, які розміщені на північ і північний захід від Відня, в межах північної частини Віденського басейну і південного схилу Богемського кристалічного масиву, складеного варисційськими (герцинськими) утвореннями.

Розпочалася екскурсія відвідинами музею "Fossilienwelt-Stetten" (день 2, точка 1, див. рис. 1), початок якому було покладено дорожніми роботами, які розкрили черепашковий риф, де нині нараховано майже 15000 доволі добре збережених залишків черепашок устриць міоценового віку завдовжки до 80 см. Музей створено в ході реалізації проекту вартістю в 5 млн євро, які були виділені спільно федеральним урядом землі Нижня Австрія, адміністрації м. Відня й низки приватних компаній. Основною концепцією музею було поширення і популяризація знань про еволюцію Землі серед широкого загалу. У ході робіт з облаштування, коли викопний риф ще не був розкритий повністю, на роботи з розчистки відслонень і знахідок решток молюсків та іншої фауни навіть залучались усі бажаючі.

**Фото 3. Геологічна екскурсія, день 2, ознайомлення з гранітами Богемського масиву в кар'єрі Hengl поблизу м. Eggenburg**

Далі учасники екскурсії відвідали кар'єр приватної компанії Hengl поблизу м. Eggenburg (день 2, точка 2, див. рис. 1, фото 3), де на щебінь і бутове каміння розробляються варисційські граніти Thaya, розвинуті в Моравській частині Богемського кристалічного масиву. Граніти середньозернисті, блідо-рожеві, містять до 30 % калієвого польового шпату, 35 % відносно кислого плагіоклазу, 25–30 % кварцу, 4–5 % біотиту. У кар'єрі можна бачити, як зазначені граніти з кутовою незгідністю і конгломератами з галькою гранітів в основі перекриваються прибережними нижньоміоценовими пісками з прошарками гравелітів (формація Burgschleinitz) і далі мілководними пісковиками (формація Zogelsdorf).

В останній точці 3 учасникам екскурсії продемонстрували серію природних відслонень лесових відкладів плейстоцену потужністю до 40 м. Цей геологічний об'єкт традиційно використовується для розробки детальної стратиграфії четвертинних відкладів, оскільки зазначені відслонення дають можливість відстежувати дуже тонкі шари палеоґрунтів і лесів, які відповідають чергуванню епох теплого й холодного клімату в плейстоцені.

**Рис. 2. Схема постачання питної води до м. Відня з гірських карстових джерел**

Відслонення часто відвідують учасники різноманітних міжнародних нарад і симпозіумів.

На завершення геологічної екскурсії учасники мали можливість спостерігати мальовничі відслонення кристалічних утворень Богемського масиву у варисційському фундаменті, розвинуті в крутих берегах р. Дунаю на відрізку між містечками Spitz-Krems (близько 15 км), де екскурсія проходила на рейсовому катері.

Безперечно, українській делегації було вкрай корисно взяти участь у цій екскурсії, яка проводилась через рік після геологічної екскурсії XXXI Генасамблеї АГСЄ, складовою частиною якої була геологічна екскурсія в Західному регіоні України, яку організували Держгеонадра [5]. Керівництво АГСЄ та представники геологічних служб багатьох країн Європи, з якими українська делегація провела низку робочих зустрічей, запевнили нас у тому, що геологічна екскурсія в Україні 2011 року була не менш цікавою й повністю відповідала їх сподіванням і попереднім уявленням.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гошовський С. В., Малюк Б. І.* Загальні збори Асоціації геологічних служб Європейського Союзу//Мінеральні ресурси України. 2007. № 4. С. 4–7.

2. *Гошовський С. В., Малюк Б. І.* XXV Генеральна Асамблея Асоціації геологічних служб Європи//Мінеральні ресурси України. 2008. № 4. С. 3–7.

3. *Малюк Б. І., Люта Н. Г.* XXVII Генеральна Асамблея Асоціації геологічних служб Європи//Мінеральні ресурси України. 2009. № 4. С. 3–6.

4. *Мормуль Д. Д., Гошовський С. В., Малюк Б. І.* XXIX Генеральна Асамблея Асоціації геологічних служб Європи//Мінеральні ресурси України. 2010. № 4. С. 3–6.

5. *Гончарук Л. М., Малюк Б. І.* XXXI Генеральна Асамблея Асоціації геологічних служб Європи (Польща-Україна, 19–24 вересня 2011 року)//Мінеральні ресурси України. 2011. № 4. С. 4–8.

**І. С. РОСЛИЙ,** д-р геол. наук, академік УНГА, Почесний розвідник надр (УкрДГРІ)

# X МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ “КРИМ – 2012”

## ІНФОРМАЦІЙНЕ ПОВІДОМЛЕННЯ

З 9 по 14 вересня 2012 р. у м. Ялті відбулася X Міжнародна конференція “Крим – 2012” на тему “Азово-Чорноморський полігон вивчення геодинаміки і флюїдодинаміки формування родовищ нафти і газу”, присвячена пам’яті видатних учених-геологів, академіків В. Ю. Хаїна (РАН), А. В. Чекунова (НАНУ) та чл.-кор. НАНУ П. Ф. Шпака, які науковими працями та організаторськими здібностями зробили величезний внесок у створення теорій про закономірності глибинної будови, визначення перспектив нафтогазоносності й практичне освоєння Азовсько-Чорноморського регіону на основі комплексного використання геологічно-теоретичних і геофізичних даних.

Ініціаторами й організаторами конференції були: Асоціація геологів м. Сімферополя за підтримки Ради Міністрів АРК України, Державна геологічна служба геології та надр України, Інститут геофізики ім. С. І. Субботіна, Інститут геологічних наук НАН України, Українська нафтогазова й Кримська академії наук. Значну фінансову підтримку надали Інститут геофізики ім. Субботіна, компанія “Єврогаз України”, “Українська бурова компанія”, “КримТехасНафта” та окремі учасники з інших організацій. Координаторсько-організаційну роботу виконали академік Кримської АН М. Є. Герасимов і його секретаріат у складі Ф. А. Рибакової, В. І. Власової та А. М. Логвінової.

У роботі конференції взяли участь 53 вчених і спеціалістів академічних, науково-дослідних інститутів та навчальних закладів з України, Росії та Туреччини, серед яких 20 докторів наук і 13 кандидатів наук (фото 1, 2).

Кожне сесійне засідання починалося з аналітичного викладу творчого й життєвого шляху ювілярів-академіків, а закінчувалося науковими доповідями їх учнів і послідовників з питань геології, геотектоніки, геодинаміки нафтогазоносності та інших. У перший день конференції ґрунтовну доповідь і спогади про тернистий шлях геолога й громадянина, всесвітньовідомого вченого, академіка В. Ю. Хаїна зробив д-р геол.-мінерал. наук В. В. Юдін. Другого дня д-р геол.-мінерал. наук В. П. Коболєв академіка А. В. Чекунова під час конференції охарактеризував як геолога, який науково-технічною діяльністю значною мірою ліквідував тектонічні й геофізичні “прогалини” у вивченні надр України. Академік О. Ю. Лукін відзначив, що завдяки організаторським і науковим здібностям П. Ф. Шпака Україна досягла найбільших приростів запасів нафти й газу, широкого розвитку геолого-геофізичних робіт в акваторії Чорного моря, унаслідок чого там було відкрите перше родовище. Спогадами про співробітництво з відомими вченими поділилися також Р. І. Кутас, М. Є. Герасимов, М. І. Євдощук та інші учасники конференції.

Аналіз фахових наукових доповідей свідчить, що виконані останніми роками науково-тематичні узагальнення геолого-геофізичної інформації дали змогу створити нові карти тектонічного й нафтогазогеологічного районування, що відповідають сучасному світовому рівню, побудувати глибинні сейсмогеологічні розрізи на основі геологічних

матеріалів свердловин глибокого та інших категорій буріння. У доповідях у достатньому обсязі було використано високоінформативні дані сейсморозвідки МЗГТ, КМПХ та ГСЗ, різних методів електророзвідки, магніторозвідки й дистанційного зондування Землі на континентальних ділянках і в акваторіях Чорного та Азовського морів.

Колективне обговорення матеріалів дискусії по оголошених та опублікованих у тезах доповідях з критичною оцінкою досягнень і недоліків у теоретичних обґрунтуваннях і в практичній реалізації наукових досліджень дасть можливість оптимізувати напрями нафтогазопошукових робіт у Південному регіоні України.

У рішенні конференції зазначається:

1. Сучасний рівень геологічних знань, геофізичних досліджень і технологій буріння глибоких свердловин дасть можливість ефективно вирішувати весь комплекс проблем нафтогазової геології Азовсько-Чорноморського регіону за умови успішного здійснення заходів щодо зміцнення й модернізації матеріально-технічної бази бурових і геофізичних підприємств, а також за умови усвідомлення необхідності виконання великого обсягу робіт в акваторіях морів, у перехідних зонах суша-море та на суміжних континентальних ділянках.

**Фото 1. "Крим-2012", м. Ялта**

2. Направити звернення до Кабінету Міністрів України з пропозицією про створення цільової Міжгалузевої комплексної програми "Дослідження газогідратного потенціалу Української економічної зони Чорного моря" (відповідальний за створення документа академік НАН України О. Ю. Лукін).

3. Вважати за доцільне скликання й проведення в 2013 році XI Міжнародної конференції "Крим-2013", присвяченої обґрунтуванню високих перспектив Азовсько-Чорноморського регіону й визначенню шляхів реалізації наявних можливостей відкриття великих родовищ ВВ у регіоні.

4. Матеріали роботи конференції "Крим-2012" опублікувати у формі "Збірника доповідей" силами АГЕО м. Сімферополя.

Рішення прийнято одноголосно.

*Примітка.* У наступних номерах журналу "Мінеральні ресурси України" будуть опубліковані деякі статті учасників X Міжнародної конференції "Крим-2012".

**Фото 2. Делегати конференції "Крим-2012"**

УДК 550:834

**Д. М. КОВАЛЁВ,** научный сотрудник (УкрГГРИ), секретарь оргкомитета конференции "Сейсмо-2012"

# МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ "СЕЙСМО-2012"

*(Матеріал друкується мовою оригіналу)*

Статья посвящена состоявшейся в сентябре 2012 года 3-й Международной научно-практической конференции "Сейсмо-2012". Приведен краткий отчет о ходе мероприятия, составе участников, тематике конференции.

Paper is devoted to the 3-rd International Scientific and Practical Conference "Seismo-2012" which was held on September 2012. The article provides a brief report on the event, the participants, the conference topics.

С 16 по 22 сентября 2012 года в поселке Курортное (АР Крым, Украина) состоялась 3-я Международная научно-практическая конференция "Современные методы сейсморазведки при поисках месторождений нефти и газа в условиях сложно построенных структур (Сейсмо-2012)", организованная Украинским государственным геологоразведочным институтом (УкрГГРИ, г. Киев) и Всеукраинской общественной организацией "Ноосфера" (ВГО "Ноосфера", г. Киев).

Тематика конференции включала теоретические и методические вопросы, практические результаты обработки поверхностных и скважинных сейсмических материалов; новые технологии и геологические результаты интерпретации сейсмических данных; техническое обеспечение и новые методики проведения полевых и скважинных сейсмических работ, а также другие геолого-геофизические методы. В работе "Сейсмо-2012" приняли участие около 120 представителей из 41 научно-исследовательских и производственных организаций Украины, России, Белоруссии, Узбекистана, Норвегии (фото). Участники конференции заслушали 49 докладов, посетили три научно-практических семинара и две геологические экскурсии.

В своем приветственном слове на открытии конференции заместитель председателя Оргкомитета "Сейсмо-2012" М. Д. Красножон отметил возрастающий интерес к проведению настоящего мероприятия, ставшего традиционным. После 20-летнего перерыва возобновились ежегодные встречи геологов и геофизиков, собиравшихся в г. Киеве на протяжении нескольких десятков лет на Всесоюзном научном семинаре "Сейсмические методы разведки месторождений полезных ископаемых". Семинар основал в 1971 г. всемирно известный учёный Ю. В. Тимошин, поэтому эти встречи неофициально называли "Тимошинские чтения", и пользовались они большой популярностью среди ученых, специалистов, аспирантов и студентов всего Советского Союза. Конференция "Сейсмо" (2010, 2011, 2012 гг.), собирающая на гостеприимной крымской земле геологов и геофизиков, а также представителей менеджмента сервисных и нефтегазодобывающих предприятий, ставит своей целью обмен знаниями и опытом между украинскими и зарубежными специалистами в области сейсморазведки, мониторинг современного состояния теоретического, методического и программного обеспечения сейсморазведки в Украине и зарубежных странах, определение путей дальнейшего развития научных исследований в геологоразведочной отрасли.

Координатор Европейской ассоциации геоученых и инженеров (EAGE) в Украине Д. Н. Божежа дал высокую оценку набирающей известность на европейском пространстве конференции "Сейсмо". Данное мероприятие постепенно становится в один ряд с популярными геолого-геофизическими форумами, имеющими многолетнюю историю и традиции проведения, о чем говорит и тот факт, что на "Сейсмо-2012" приехали многие участники предыдущих двух конференций.

А. А. Кичка, полномочный представитель Американской ассоциации геологов-нефтяников (AAPG) и вице-президент Киевского отделения EAGE, поделился в своем приветственном выступлении информацией о прошедших конференциях, в которых была представлена черноморская тематика: 3-м симпозиуме по геологии Черного моря в Бухаресте, 74-й ежегодной конференции EAGE в Копенгагене и 34-м Международном геологическом конгрессе в австралийском Брисбене.

В рамках конференции было проведено три научно-практических семинара.

Научно-практический семинар "Газоносность низкопроницаемых пород осадочной оболочки Земли: природа и перспективы освоения" провел А. Е. Лукин (УкрГГРИ, г. Чернигов), доктор геолого-минералогических наук, академик НАН Украины, профессор. На семинаре были рассмотрены общие факторы формирования и перспективы освоения нетрадиционных ресурсов газа, связанных с разными по литологии низкопроницаемыми ("плотными") коллекторами: черными сланцами – black shales (сланцевый газ); плотными песчаниками, алевролитами и ритмитами (центральнобассейновый газ), а также каменным углем (угольный метан).

Научно-практический семинар "Методология построения геологических моделей терригенных и карбонатных резервуаров с использованием сейсмических инверсий" был проведен под руководством К. Е. Филипповой, ведущего геофизика российского представительства компании Fugro-Jason (г. Москва). В последние годы методологии сейсмических инверсий (детерминистические и геостатистические методы) все чаще используются для построения детальных моделей месторождений, так как они предоставляют дополнительные возможности для количественной оценки свойств резервуара. Семинар привлек внимание специалистов по геологическому моделированию, геофизиков, занимающихся описанием коллекторских свойств резервуара по сейсмическим данным, а также петрофизиков, которые по роду своей деятельности подготавливают данные для инверсии.

Научно-практический семинар "Рок-физика – основа достоверного прогноза коллекторских свойств по сейс-

© Д. М. Ковальов, 2012

мическим инверсиям (методика, проблемы)" провела Т. Ф. Соколова (г. Москва), доцент кафедры геофизических исследований скважин (ГИС) РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, консультант по петрофизике российского представительства компании Fugro-Jason. Рассматривались основные теоретические и практические аспекты использования данных ГИС для стратиграфической привязки сейсмических данных и моделирования упругих свойств пород с целью оценки возможности сейсмических инверсий в прогнозировании коллекторских свойств пород на примере реальных терригенных и карбонатных объектов в различных сейсмогеологических обстановках.

Участники "Сейсмо-2012" посетили однодневную автобусно-пешеходную геологическую экскурсию, проведенную доктором геолого-минералогических наук по специальности "геотектоника", академиком Академии горных наук Украины и Крымской академии наук В. В. Юдиным. С пояснениями при движении и на остановках были показаны уникальные геологические объекты Восточного Крыма, сложное строение и разнообразные структуры которых выражены в самых живописных ландшафтах, не имеющих аналогов в Украине. Ознакомление с объектами позволило экскурсантам понять тектоническое строение и эволюцию полуострова, а также причины его противоречивых интерпретаций за последние 100 лет.

Также для участников конференции была организована экскурсия в Карадагский государственный заповедник НАН Украины. Карадаг является центром биологического и ландшафтного разнообразия, единственным в Европе древнейшим вулканическим массивом юрского периода (его возраст более 120 миллионов лет), кладовой самых разнообразных минералов. Экскурсанты посетили музей природы Карадага, в котором познакомились с разнообразием живой природы и уникальностью геологии горного массива. Затем по экологической тропе заповедника был пройден 7-километровый маршрут, в ходе которого участники экскурсии осмотрели живописные геоморфологические объекты.

После окончания "Сейсмо-2012" было принято Решение конференции:

1. Считать, что проведение 3-й Международной геофизической конференции "Сейсмо-2012" способствует повышению эффективности геофизических работ в Украине. Прослушивание докладов, обмен опытом работ сейсморазведчиков из разных стран повышает научный уровень отечественных специалистов, а также позволяет выявить проблемные вопросы в методике сейсморазведочных работ в Украине и наметить пути их решения.

2. Просить Государственную службу геологии и недр Украины способствовать более широкому привлечению к участию в дальнейших конференциях данного профиля специалистов отечественных производственных предприятий, наладить более четкую и регулярную информацию о запланированных мероприятиях Службы, в частности конференциях и семинарах.

3. Перед проведением дальнейших конференций данного направления заранее информировать о них такие международные геофизические организации, как общество геофизиков-разведчиков (SEG, США), Американскую ассоциацию нефтегазовых геологов (AAPG, США), Европейскую ассоциацию геоученых и инженеров (EAGE, Нидерланды) и другие. Это поможет расширить круг участников конференций, привлечь ведущие зарубежные фирмы нефтегазовой отрасли, повысить научный уровень проведения мероприятий.

4. Считать ежегодную конференцию "Сейсмо" традиционной и просить Государственную службу геологии и недр Украины включить это мероприятие в план проведения конференций и семинаров Службы на 2013 год.

5. Рекомендовать УкрГГРИ опубликовать избранные доклады конференции в "Сборнике научных трудов УкрГГРИ".

В настоящее время начата подготовка к проведению конференции "Сейсмо-2013", первое информационное сообщение о которой будет представлено широкой геофизической общественности в ближайшее время.

**Т. Д. ПОДДУБНАЯ,** канд. геол. наук (УкрГГРИ)

# МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ “СУДАКСКИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЧТЕНИЯ – III (VIII)” НА ТЕМУ “АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ, ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ”

## (г. СУДАК, АВТОНОМНАЯ РЕСПУБЛИКА КРЫМ, 17–23 СЕНТЯБРЯ 2012 г.)

*(Матеріал друкується мовою оригіналу)*

Традиционно во второй половине сентября 2012 г. в г. Судак Автономной Республики Крым состоялась Международная научно-практическая конференция “Судакские геологические чтения – III (VIII)” на тему “Актуальные проблемы геологии, прогноза, поисков и оценки месторождений твердых полезных ископаемых”, организованная по инициативе Украинского государственного геологоразведочного институтапри поддержке Государственной службы геологии и недр Украины.

Целью конференции было создание дискуссионной площадки для информирования и ознакомления с новыми разработками украинских и зарубежных ученых в теории и практике исследований месторождений золота, алмазов, рудного и нерудного сырья, современными тенденциями развития технологий обогащения полезных ископаемых.

В конференции приняли участие около 100 специалистов, в том числе 13 докторов наук и 12 кандидатов наук. Международный статус конференции усилился участием иностранных специалистов: делегаций специалистов ведущих научных центров России – ВИМСа, ИГЕМа, ИМГРЭ, ИПКОН РАН, Воронежского университета, Западно-Якутского научного центра АН РС (Я), ООО “Коралайна Инжиниринг/СЕТСО”); ООО “ЛАМЕЛ-777”; Республика Беларусь; Geological Survey of Finland (GTK).

Конференцию открыл председатель Государственной службы геологии и недр Украины **О. А. Проскуряков** – председатель оргкомитета (фото 1). В своем выступлении он затронул актуальные вопросы по воспроизводству минерально-сырьевой базы Украины, отметил существующие проблемы в отрасли, особенно связанные с открытием и изучением стратегических видов минерального сырья. Подробно остановился на роли научных исследований в геологической отрасли, подчеркнул их значимость в технологической модернизации процессов недропользования.

В приветствии к участникам конференции директор УкрГГРИ, доктор технических наук **С. В. Гошовский** (фото 2) отметил, что минерально-сырьевой комплекс любого государства – это его экономическая безопасность и консолидация совместных усилий ученых и практиков в рациональном недропользовании – одна из задач конференции. Эффективное развитие горно-промышленного комплекса должно базироваться на использовании новейших достижений науки и технологий, интеллектуальных ресурсах страны. В новых экономических условиях научные исследования должны занимать ведущую роль при разработке стратегий развития геологии.

С обстоятельным докладом **“Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых (научные и методические аспекты)”** выступил председатель ГКЗ Украины, доктор геолого-минералогических наук, доктор географических наук, доктор технических наук **Г. И. Рудько** (фото 3). В своем выступлении он изложил основные положения геолого-экономической оценки месторождений. Детально остановился на вопросах периодичности её проведения и целесообразности. Отметил, что детальность технико-экономических расчетов и финансовых показателей должна быть достаточной для принятия инвестиционных решений. Представил порядок проведения оценки и требования к материалам, необходимым для государственной экспертизы.

Тематика конференции предусматривала рассмотрение широкого круга вопросов, которые были условно

**Фото 1. Открытие конференции председателем Государственной службы геологии и недр Украины О. А. Проскуряковым**

© Т. Д. Піддубна, 2012

разделены на два блока: геологический и технологический, работающих как на совместных заседаниях, так и отдельными секциями.

В первом блоке "Современные вопросы теории и методологии металлогенических и минерагенических исследований месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых" было заслушано более 30 докладов, часть из них носила презентационный характер.

В своей информации мы представим только часть докладов, которые были отмечены участниками конференции в процессе обсуждения.

**Л. З. Быховский,** доктор геолого-минералогических наук (ВИМС, Москва), с соавторами (Л. П. Тигунов, О. С. Чеботарева) представил доклад **"Современные тенденции развития и освоения минерально-сырьевой базы титана и циркония в России и мире"**. Автор акцентировал внимание на устойчивую динамику повышения спроса на мировом рынке цирконовых, рутиловых и ильменитовых концентратов. В связи с этим у производственников особый интерес вызывают комплексные россыпи с богатыми рудами и небольшими запасами (срок отработки

**Фото 2. Приветственное слово директора Украинского государственного геологоразведочного института, д-ра техн. наук С. В. Гошовского**

**Фото 3. Выступление с докладом председателя ГКЗ Украины, д-ра геол-минерал. наук, д-ра геогр. наук, д-ра техн. наук Г. И. Рудько**

4–5 лет). Возросло значение и коренных ильменитсодержащих руд, нефелиновых сиенитов и щелочных гранитов, где циркон является попутным компонентом. Анализ тенденций развития рынка позволяет сделать вывод об устойчивом спросе на титановое и циркониевое сырье как в ближайшей, так и в отдаленной перспективе и о значительном истощении запасов этого сырья.

С большим интересом был принят доклад доктора геолого-минералогических наук **Н. Н. Зинчука** (Западно-Якутский научный центр АН Республики Саха (Якутия)) **"О поисковой минералогии алмаза"** (соавторы – В. П. Афанасьев, Н. П. Похиленко). По сути, доклад был презентацией монографии "Поисковая минералогия алмаза", которая завершает серию из трех монографий о первичных минералах кимберлитов. Материалы доклада базируются на десятилетних исследованиях авторов, содержат теоретические аспекты поисковой минералогии, методы исследований минералов; глубинный метаморфизм минералов; морфогенез, строение и условия формирования индикаторных минералов; основные типы шлихоминералогической поисковой обстановки; принципы и методы прогнозирования месторождений алмазов.

Доклад **М. А. Паршиной** и **М. В. Гейченко** (Государственная служба геологии и недр Украины) был посвящен актуальным вопросам освоения месторождений золота, меди, свинцово-цинковых и хромитовых руд Украины. По мнению авторов, в Украине, несомненно, есть инвестиционно привлекательные объекты, но поисковые работы проводятся в весьма малых объемах. Особый интерес в участников конференции вызвал анализ состояния изученности и проблемы освоения золоторудных объектов в Украине, что вызвало оживленную дискуссию среди участников конференции.

С докладом **"Беляевское месторождение свинцово-цинковых руд"** выступил **В. В. Ильин** (ГРГП "Донецкгеология"). В своем докладе автор изложил геологическое строение месторождения, степень изученности, выделил минеральныетипы руд. Дал оценку прогнозным ресурсам этого важного вида сырья. Беляевское месторождение, несомненно, представляет интерес, новые геологические данные по опробованию однозначно указывают на необходимость дальнейших геологических и технологических исследований для геолого-экономической оценки, что и определит его промышленную и экономическую значимость

Новым по своей тематике и форме изложения материала был представлен доклад доктора геолого-минералогических наук **П. Н. Баранова,** ГВУЗ "НГУ", г. Днепропетровск, **О. А. Проскурякова "Новые данные о самоцветах Украины: достижения, проблемы и перспективы",** в котором авторы дали анализ мирового рынка камнесамоцветного сырья и роль Украины в его формировании. Как показывает мировой опыт, развитие рынка цветного камня идет в основном за счет мелкого бизнеса. Автор предложил модель развития минерально-сырьевой базы камнесамоцветного сырья, особо выделил необходимость внедрения дизайнерских решений и новых методов обработки камня. Следует отметить, что авторами не только подняты проблемы, но и предложены пути их решения.

В докладе **А. П. Бондаря** (соавт. В. В. Осетров), ГРГП "Донецкгеология",**"О возмож-**

**ности выявления титано-ильменитовых россыпей в зоне сочленения Донбасса с Приазовским кристаллическим массивом"** прозвучали новые данные о перспективах района на ильменитовое сырье.

Доклад **С. В. Блажука** (соавт. Т. Д. Поддубная), КО УкрГГРИ, **"О дополнении к классификации неметаллических полезных ископаемых"** был посвящен классификации нерудного сырья. Были затронуты вопросы использования нерудного сырья в энергосбережении, что весьма актуально для Украины. Доктор геолого-минералогических наук **Е. М. Шеремет** представил доклад **"Поиски месторождений полезных ископаемых в мегаблоках УЩ на основе концепции тектоники плит"**, УкрНИМИ НАНУ. В докладе кандидата геолого-минералогических наук **М. М. Костенко** (соавт. Т. П. Михницкая) **"Геодинамические условия формирования и металлогения Белоцерковско-Одесской структурно-формационной зоны"**, УкрГГРИ, приведены данные о размещении основных месторождений в пределах зоны, определены факторы и условия их формирования, оценены перспективы и металлогенический потенциал.

Доклад доктора геолого-минералогических наук **А. Д. Савко** (ВГУ, Россия) **"Геолого-экономическая оценка твердых полезных ископаемых Центрально-Черноземного региона"** (соавтор Д. Г. Дмитриев) посвящен анализу минерально-сырьевой базы одного из крупнейших регионов европейской части России. Автор акцентировал внимание на месторождениях нерудного сырья, в первую очередь, стратегически важных для России титано-циркониевых, глауконитовых, фосфоритовых, а также строительных материалов. Доклад **"Апатит-стратегическое минеральное сырье: песпективы и проблемы разработки месторождений"** озвучил **С. Г. Кривдик**, доктор

**Фото 4. Участники конференции**

геолого-минералогических наук (ИГМР НАНУ), (соавт. А. Н. Пономаренко, А. В. Дубина). **Л. И. Веремеева**, кандидат геолого-минералогических наук (ИМГРЭ, Москва) выступила с докладом **"Особенности формирования золотоносных фаций в титано-циркониевых россыпях."** На основе реконструкции системы: коренной источник-кора выветривания-промежуточный коллектор-промышленная россыпь разработана модель формирования золотосодержащих титано-циркониевых месторождений Северо-Кавказской россыпной провинции. Доклад доктора геолого-минералогических наук **В. В. Бескрованова "О дискретности процессов алмазообразования"** (Северо-Восточный Федеральный университет, г. Якутск) посвящен строению алмаза, его неоднородности и физико-химиче-

**Фото 5. Экскурсионная группа на мысе Француженка**

ским особенностям. **А. Я. Ротман,** доктор геолого-минералогических наук (соавтор А. В. Герасимчук), выступил с докладом **"Кимберлиты в системе моделирования и прогнозирования коренной алмазоносности Якутии"** (НИГП АК "АЛРОСА", г. Якутск).

Во втором блоке были представлены доклады по разработке и внедрению новых методов обогащения минерального сырья. Хочется отметить растущий интерес не только технологов-обогатителей к этой проблеме, но и геологов, специализирующихся на методах изучения полезных ископаемых, весьма далеких от обогащения. Всего заслушано восемь докладов.

**Г. Г. Сидякина**, кандидат биологических наук, КО УкрГГРИ, г. Симферополь, (соавторы Т. В. Носальская, В. К. Горохова) представила доклад **"Инновационная биотехнология переработки золотосодержащего сырья"**. Доклад **Т. Д. Поддубной**, кандидата геологических наук, КО УкрГГРИ, г. Симферополь (соавтор С. В. Гошовский) **"Пути повышения инвестиционной привлекательности техногенных месторождений"** посвящен проблеме освоения техногенных месторождений Украины. Авторами было отмечено, что техногенное сырье является серьезной альтернативой природному, поэтому необходима государственная программа по его освоению. Рациональное использование полезных ископаемых, их комплексная отработка месторождений, новые технологии обогащения минерального сырья и переработка содержащих полезные ископаемые отвалов – вот путь к стабильному состоянию экологии и промышленности.

С докладом **"Возможности воздушной классификации и сепарации в подготовительных процессах обогащения минерального сырья"** выступил **А. В. Мельников** (соавт. В. А. Фогелев), ОДО "ЛАМЕЛ-777", Республика Беларусь. Авторизложил принципы и методы сухой переработки рудных и нерудных видов полезных ископаемых, детально остановился на воздушных классификаторах, измельчительно-классифицирующих линиях и оборудовании. **Г. Д. Краснов**, доктор технических наук (ИПКОН РАН, г. Москва), представил доклад **"Селективное измельчение руды – экологически безопасный путь повышения эффективности процессов обогащения"**. В своем сообщении автор изложил основные требования к процессу дезинтеграции горной массы для последующего обогащения.

**Фото 6. Подведение итогов работы форума**

Доклад **"Анализ действующих технологий переработки Мазуровского и Азовского месторождений Приазовья"**, озвученный **С. Н. Стрекозовым** (соавт. Н. Н. Козарь, В. В. Коренев), Приазовская КГП КП "Южукргеология", посвящен проблеме переработки редких и редкоземельных металлов. В Украине не существует производства РМ и РЗМ. Развитие собственной базы связывается с сырьем Азовского и Мазуровского месторождений.

Доклад **"Инновационные технологии и аппараты компании ООО "Коралайна Инжиниринг/СЕТСО"** презентовала **О. В. Боброва** (ООО "Коралайна Инжиниринг/СЕТСО"). В своем выступлении она отметила роль минералого-технологического картирования руд месторождений для разработки эффективной технологии переработки упорных и труднообогатимых руд. Автор предложила шире внедрять современные технологии на предприятия горного профиля в Украине. Доклад **"Технологический аспект изучения вторичных минералов кимберлитов трубки Архангельская"** представил кандидат технических наук **А. В. Подгаецкий** (ИПКОН РАН, г. Москва).

В последний день работы конференции состоялось заседание в формате "круглый стол", где участники подвели итоги конференции и приняли решение. Участники задавали вопросы организаторам конференции, представителям Государственной службы геологии и недр Украины, делились опытом и обменивались мнениями (фото 4, 6). Большинство участников дали положительную оценку конференции, отметили её информационную насыщенность, прекрасную организацию, особо подчеркнув издание Материалов международной научно-практическая конференция "Судакские геологические чтения – III (VIII)" "Актуальные проблемы геологии, прогноза, поисков и оценки месторождений твердых полезных ископаемых", 17–23 сентября 2012 г., г. Судак, к началу работы конференции.

В один из дней работы форума состоялась геологическая экскурсия по маршруту Судак – Солнечная Долина – мыс Француженка – с. Архадересе – Заводи Больших плит (б. Капсель) (фото 5).

Подводя итоги конференции, можно отметить плодотворность и эффективность сотрудничества науки и горного производства. Дальнейшее проведение этих научно-практических мероприятий необходимо, и оргкомитет конференции выражает благодарность всем ученым и представителям горного бизнеса за поддержку этого мероприятия, а Государственной службе геологии и недр Украины за финансовое обеспечение успешного проведения научного форума.

УДК 553.042

**М. С. БУРЛУЦЬКИЙ,** заступник начальника Управління – начальник відділу контролю за використанням надр Управління державного геологічного контролю за веденням робіт з геологічного вивчення та використання надр, (Державна служба геології та надр України),
**М. М. КУРИЛО,** канд. геол. наук, доцент кафедри геології родовищ корисних копалин (КНУ ім. Т. Г. Шевченка)

# СУЧАСНИЙ СТАН РИНКУ Й ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ ГЕРМАНІЮ В УКРАЇНІ

Проведено аналіз сировинної й ресурсної бази германію та визначено основні джерела отримання товарної продукції. Визначено динамічні показники виробництва й споживання германію, які необхідні для прогнозування на майбутні періоди. Встановлено позитивні й негативні тенденції ринку германію для розвитку вітчизняної мінерально-сировинної бази.

Main features of the germanium reserve and resource base are analyzed. It's defined the main sources of commercial products and dynamic parameters of germanium production and consumption. It's defined positive and negative trends of germanium market for the development of domestic mineral resources.

**Постановка проблеми.** Германій є рідкісним елементом, який слугує сировиною багатоцільового призначення. Він уперше почав використовуватися в промисловості як напівпровідниковий матеріал в II половині XX ст. З того часу стрімко змінювалися не лише обсяги виробництва й споживання цього металу, але і їх структура та напрями використання.

Перспективи розвитку мінерально-сировинної бази германію в Україні вважаються досить великими, зважаючи на наявні запаси металу. Головним джерелом отримання германію в Україні є його супутнє вилучення під час комплексної розробки вугільних родовищ. За даними ДНВП Геоінформ [4], запаси германію в Україні підраховані на 217 шахтних полях і ділянках та оцінюються як великі з умістом металу від 0,3–1,3 г/т (в антрацитах) до 3,8–9,2 г/т (у низькометаморфізованому вугіллі), при цьому вважається, що промислове значення має лише коксівне вугілля з середнім умістом металу 4,5 г/т.

© М. С. Бурлуцький, 2012

Наразі актуальним є питання доцільності відтворення власного виробництва на коксохімічних підприємствах Донбасу, оскільки до середини 2000-х років Україна була в переліку експортерів цього виду мінеральної сировини.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми супутнього вилучення германію під час комплексної розробки вугільних родовищ висвітлюються в опублікованих роботах з 60–70-х років XX століття. Найбільша увага дослідників приділялася закономірностям розподілу германію у вугіллі, його органічній та неорганічній частині, описані форми знаходження германію у вугіллі та геологічні умови його розподілу у вугільних родовищах. Масштабні роботи щодо підрахунку запасів та обґрунтування доцільності промислового виробництва германію з енергетичного вугілля Донбасу проведені трестами "Луганськгеологія", "Артемгеологія", "Дніпрогеологія", результати яких викладені у фондових матеріалах. Вивченню супутніх корисних копалин і компонентів вугільних родовищ присвячено роботи Є. О. Погребицького, І. П. Ломашова, Б. І. Лосєва, В. Р. Клера та Ф. Я. Саприкіна [1, 2, 5, 6], в яких викладені методичні рекомендації щодо проведення промислової оцінки вугільних родовищ.

**Виділення не вирішених раніше частин проблеми та формулювання мети статті.** У згаданих вище роботах і публікаціях детально висвітлені гірничо-геологічні й технологічні аспекти супутнього вилучення германію з вугільних родовищ Донбасу. Але доцільність такої комплексної розробки визначається і економічними чинниками, які відрізняються від геологічних більшою динамічністю. Метою цього дослідження є визначення головних тенденцій внутрішнього й зовнішніх ринків германію, які безпосередньо впливають на промислове значення запасів супутнього металу у вугіллі й визначають рентабельність їх відпрацювання. Необхідним є визначення позитивних і негативних ознак кон'юнктури ринку германію та їх прогноз на майбутній період.

**Виклад основного матеріалу.** Економічна ефективність комплексного освоєння вітчизняних вугільних родовищ із супутнім вилученням германію багато в чому визначається економічними чинниками. Потреби вітчизняного мінерально-сировинного комплексу в германії оцінюються на рівні 2–4 т щороку, при цьому Україна в минулі періоди була здатна експортувати в декілька разів більші обсяги металу в розвинуті країни Європи та Азії. Це визначає необхідність оцінки не лише внутрішнього, але й зовнішніх ринків мінеральної сировини.

До головних характеристик ринку мінеральної сировини належить динаміка головних процесів: видобутку, первинного й вторинного виробництва, торгівлі та споживання, а також динаміка цін на цю продукцію. Для аналізу пропорційності ринку необхідні показники співвідношення попиту й пропозиції, поділу ринку між виробниками й продавцями, а також товарна структура товарообігу, регіональна структура ринку. Система показників має також залучати до себе показники тенденцій розвитку ринку: темпи росту, параметри продажу, цін та запасів.

Для об'єктивної оцінки динамічних процесів на ринках сировини й визначення головних тенденцій було проведено:

– аналіз сировинної й ресурсної бази германію з визначенням основних джерел отримання товарної продукції;

– визначення динамічних показників виробництва й споживання германію (за показниками приросту й темпів приросту (базисного й ланцюгового), які необхідні для прогнозування на майбутні періоди);

– аналіз і прогнозування обсягів і структури споживання германію;

– оцінку можливих впливів екологічних чинників і наявності замінників сировини на обсяги попиту й пропозиції германію.

*Головні джерела отримання германію* як сировини поділяють на первинні й вторинні. Первинними джерелами є германійвмісні родовища, розробка яких забезпечує виробництво різних технологічних форм і сполук германію. Найбільш поширеними продуктами споживання є металічний германій (99,9 % Ge), полікристалічний й монокристалічний германій, оксид і діоксид германію (GeO і $GeO_2$), тетрахлорид германію ($GeCl_4$), татрафторид германію ($GeF_4$), тетрайодид ($GeI_4$), а також сполуки ($Bi_4Ge_3O_{12}$), ($Mg_6Ge_3O_{12}$) та інші. Вторинне споживання германію має різні регіональні відмінності і в середньому у світі становить 25–35 % від загальних обсягів виробництва. Найбільшу кількість вторинного металу використовують в електроніці й виробництві оптичних приладів, де вторинне споживання в окремих країнах сягає 50 %.

Серед первинних джерел отримання германію виділяють промислові типи германійвмісних родовищ, які розрізняються за величиною концентрацій металу та формами його знаходження (рис. 1). Виділяють основні дві групи: власне германієві родовища (германій-вугільні, германій-сульфідні, германій-сульфосольні) та комплексні родовища, в яких германій є супутнім корисним компонентом (свинцево-цинкові родовища, сульфідні мідні та цинкові, родовища залізистих кварцитів, родовища бурого й кам'яного вугілля та ін.) (рис. 1).

Основними германійвмісними мінералами є реньєрит Cu(Fe,Ge,As,Zn)S, германіт $Cu_{11}Ge$(Cu, Ge, Fe, Zn, W, Mo, As,V)$_{4\text{-}6}S_{16}$, аргіродит $Ag_8GeS_6$, флейшерит $Pb_3Ge(SO_4)_2(OH)_6 3H_2O$, ітоїт $Pb_3GeO_2(SO_4)_2(OH)_2$, шоуртеїт $Ca_3Ge^{4+}(SO_4)_2(OH)_6 3H_2O$, бриартит $Cu_2$(Fe,Zn)$GeS_4$ та ін.

*Запаси й ресурси германію* у світі зосереджені в різних геолого-промислових типах родовищ і абсолютні значення їх кількості різняться. За даними праці [6], більше половини запасів металу пов'язані з поліметалічними сульфідними родовищами, а запаси германію в стратиформних родовищах світу сягають 20 тис. т. Також значна частка запасів припадає на супутній германій вугільних родовищ, ресурси якого оцінюють у межах 4–6 млн т [4].

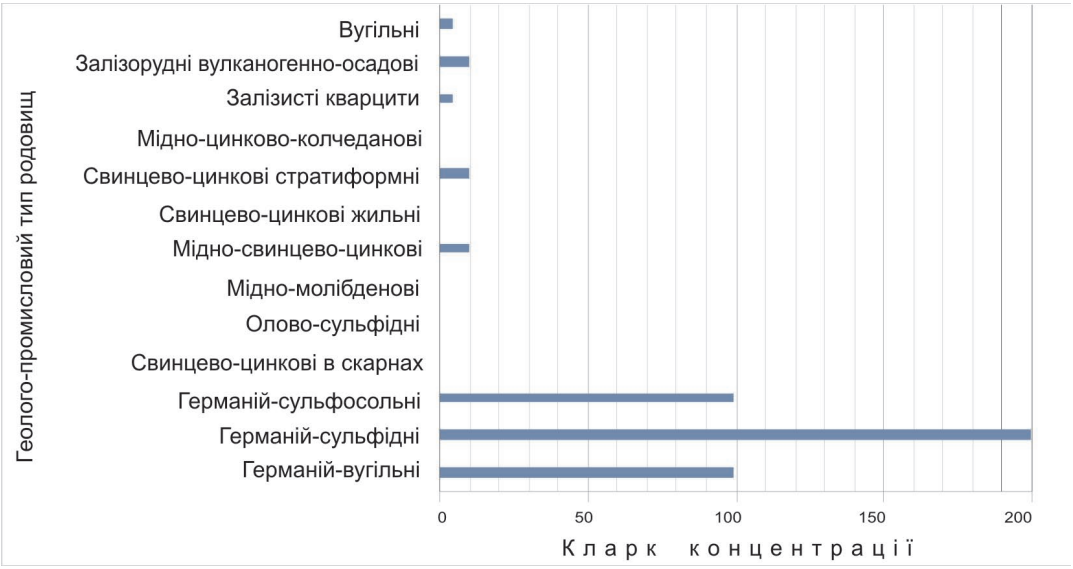



**Рис. 1. Основні геолого-промислові типи родовищ германію (побудовано за даними праць [3, 4, 7])**

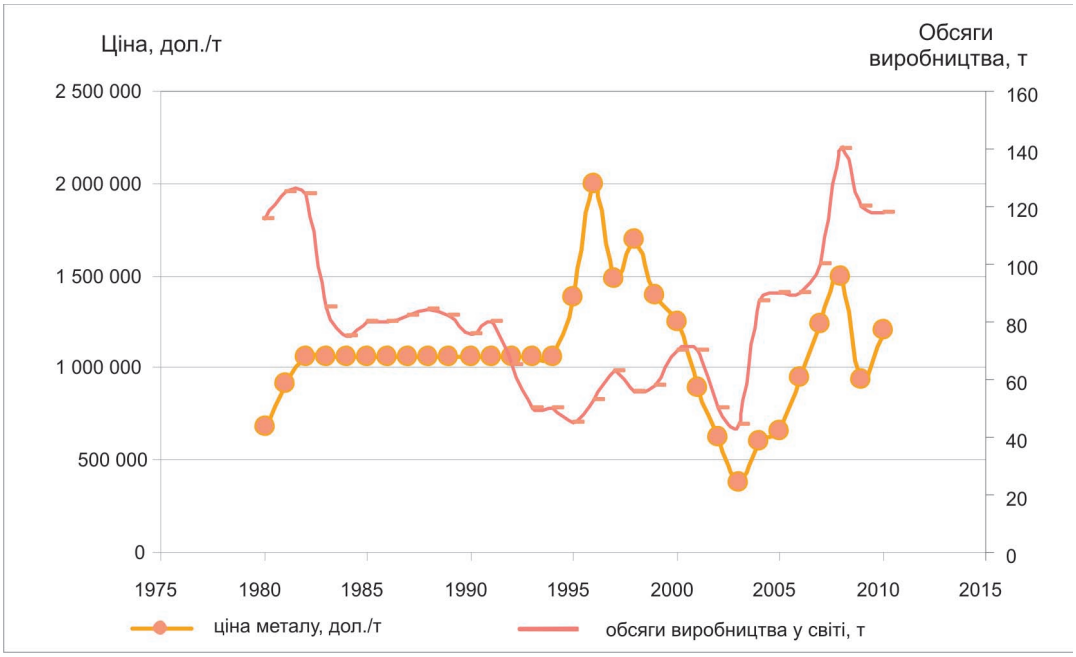



**Рис. 2. Динаміка виробництва та ціни на германій за 1980–2010 рр.**

Головними виробниками германію у світі останніми роками є Бельгія, США, Канада, Франція, Італія, Німеччина, Китай, ДР Конго. У переліку найбільших виробників, експортерів та імпортерів германію і продуктів його переробки присутні одні й ті само країни, оскільки в одному разі країни є продуцентами первинного германію, в іншому разі – споживачами й виробниками вторинного германію, що за статистикою зовнішньої торгівлі важко розмежувати.

Для розвитку вітчизняної МСБ германію позитивними рисами є наявність значних імпортерів германію із чималими виробничими потужностями в межах регіонального європейського ринку, які не забезпечені власною сировинною базою (Бельгія), хоча до 2005 року Україна була основним постачальником сировини в Японію.

Виробництво германію у світі характеризується значним коливанням обсягів, які мали додатні й від'ємні тренди в різні періоди (рис. 2). У цій роботі опрацьовувалися статистичні дані за 1980–2010 рр. із визначенням окремих показників з базовими 1980, 1990 та 2000 рр. Найбільші

обсяги виробництва зафіксовані в 2008–2009 роках, вони становили 120–140 т, найменші значення – в 1993–1995 рр. та 2003 р. – були на рівні 44–50 т/рік. Зростання виробництва із середини 90-х років XX століття пов'язане зі збільшенням обсягів споживання германію у волоконній оптиці, яке врівноважило зменшення використання металу як напівпровідників та в інфрачервоних системах.

Динаміка обсягів виробництва германію за досліджуваний період характеризувалася позитивними приростами й темпами зростання (табл. 1). Середні значення приросту виробництва за 1980–2010 рр. є незначними, але додатними, і становлять 0,07 (ланцюговий ряд). При розрахунках базисних показників приросту стосовно до 1990 року отримані невеликі від'ємні значення, оскільки саме в 1990–2000 рр. зафіксовано найменші середньорічні значення обсягів виробництва на рівні 59 т/рік. Починаючи з 2000-го року виробництво германію зростало, і середні обсяги за десятиріччя становили 91 т/рік, що було спричинене залученням металу в нові сфери енергетики й електроніки. Середні прирости виробництва й темпи зростання за 2000–2010 роки є найбільшими, вони наведені в табл. 1.

Окремо опрацьовувалися статистичні дані щодо зміни ціни на германій (метал) за даними праць [4, 7, 8]. У 1980–2000 рр. найменші ціни на рівні 400–600 дол./кг були зафіксовані в 2003 році, після чого відбулося поступове зростання до 1490 дол./кг у 2008 році. Найбільші значення ціни на германій характерні для 1995–2000 рр., вони становили 1 500–2 000 дол./кг. Зростання цін у 90-х роках можна пояснити зменшенням виробництва первинного германію в ці роки, а наступне зменшення цін було пов'язане з продажем стратегічних запасів США, Росії та України, а також участю китайських виробників. Середні прирости виробництва й темпи зростання за 1980–2010 роки є позитивними, вони наведені в табл. 2.

*Споживання германію* у світі останніми роками є стабільним та оцінюється в межах 100–110 т/рік. Головні напрями споживання германію виникли й розвиваються

**Таблиця 1. Основні показники динаміки виробництва германію за 1990–2010 рр.**

| Рік | Приріст (ланцюговий) обсягів виробництва, т $\Delta y^{л}=y_i-y_{i-1}$ | Приріст (базисний) обсягів виробництва, т $\Delta y^{б}=y_i-y_{б\ (1990)}$ | Темп зростання (ланцюговий) обсягів виробництва, % $T_р^{л}=\Sigma\Delta y^{л}/y_{i-1}$ | Темп зростання (базисний) обсягів виробництва, % $T_р^{б}=\Sigma\Delta y^{б}/y_{б\ (1990)}$ |
|---|---|---|---|---|
| 1991 | 4,0 | 4,0 | 5,26 | 5,00 |
| 1992 | –15,0 | –11,0 | –18,75 | –13,75 |
| 1993 | –15,0 | –26,0 | –23,08 | –32,50 |
| 1994 | 0,0 | –26,0 | 0,00 | –32,50 |
| 1995 | –5,0 | –31,0 | –10,00 | –38,75 |
| 1996 | 8,0 | –23,0 | 17,78 | –28,75 |
| 1997 | 10,0 | –13,0 | 18,87 | –16,25 |
| 1998 | –7,0 | –20,0 | –11,11 | –25,00 |
| 1999 | 2,0 | –18,0 | 3,57 | –22,50 |
| 2000 | 12,0 | –6,0 | 20,69 | –7,50 |
| 2001 | 0,0 | –6,0 | 0,00 | –7,50 |
| 2002 | –20,0 | –26,0 | –28,57 | –32,50 |
| 2003 | –6,0 | –32,0 | –12,00 | –40,00 |
| 2004 | 43,0 | 11,0 | 97,73 | 13,75 |
| 2005 | 3,0 | 14,0 | 3,45 | 17,50 |
| 2006 | 0,0 | 14,0 | 0,00 | 17,50 |
| 2007 | 10,0 | 24,0 | 11,11 | 30,00 |
| 2008 | 40,0 | 64,0 | 40,00 | 80,00 |
| 2009 | –20,0 | 44,0 | –14,29 | 55,00 |
| 2010 | –2,0 | 42,0 | –1,67 | 52,50 |
| Середні значення | | | | |
| 1980–2010 рр. | 0,07 | –1,05 | 2,15 | –1,31 |
| 1990–2010 рр. | 1,71 | –1,05 | 4,37 | –1,31 |
| 2000–2010 рр. | 5,45 | 13,00 | 10,59 | 16,25 |

**Таблиця 2. Основні показники динаміки цін на германій за 1990–2010 рр.**

| Рік | Приріст (ланцюговий) ціни, дол./t $\Delta y^{л}=y_i-y_{i-1}$ | Приріст (базисний) ціни, дол./t $\Delta y^{б}=y_i-y_{б\ (1980)}$ | Приріст (базисний) ціни, дол./t $\Delta y^{б}=y_i-y_{б\ (1990)}$ | Темп зростання (ланцюговий) ціни, дол./t $T_р^{л}=\Sigma\Delta y^{л}/y_{i-1}$ | Темп зростання (базисний) ціни, % $T_р^{б}=\Sigma\Delta y^{б}/y_{б\ (1980)}$ | Темп зростання (базисний) ціни, % $T_р^{б}=\Sigma\Delta y^{б}/y_{б\ (1990)}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1995 | 320 000 | 727 000 | 320 000 | 30,19 | 49,00 | 30,19 |
| 1996 | 620 000 | 1 347 000 | 940 000 | 44,93 | 94,95 | 88,68 |
| 1997 | –520 000 | 827 000 | 420 000 | –26,00 | –79,63 | 39,62 |
| 1998 | 220 000 | 1 047 000 | 640 000 | 14,86 | 33,69 | 60,38 |
| 1999 | –300 000 | 747 000 | 340 000 | –17,65 | –45,94 | 32,08 |
| 2000 | –150 000 | 597 000 | 190 000 | –10,71 | –22,97 | 17,92 |
| 2001 | –360 000 | 237 000 | –170 000 | –28,80 | –55,13 | –16,04 |
| 2002 | –270 000 | –33 000 | –440 000 | –30,34 | –41,35 | –41,51 |
| 2003 | –240 000 | –273 000 | –680 000 | –38,71 | –36,75 | –64,15 |
| 2004 | 220 000 | –53 000 | –460 000 | 57,89 | 33,69 | –43,40 |
| 2005 | 60 000 | 7 000 | –400 000 | 10,00 | 9,19 | –37,74 |
| 2006 | 290 000 | 297 000 | –110 000 | 43,94 | 44,41 | –10,38 |
| 2007 | 290 000 | 587 000 | 180 000 | 30,53 | 44,41 | 16,98 |
| 2008 | 250 000 | 837 000 | 430 000 | 20,16 | 38,28 | 40,57 |
| 2009 | –550 000 | 287 000 | –120 000 | –36,91 | –84,23 | –11,32 |
| 2010 | 260 000 | 547 000 | 140 000 | 27,66 | 39,82 | 13,21 |
| Середні значення за роки | | | | | | |
| 1980–2010 рр. | 25870,97 | 442700,00 | 61000,00 | 6,81 | 2,79 | 5,75 |
| 1990–2010 рр. | 7000,00 | 468000,00 | 61000,00 | 4,34 | 1,02 | 5,75 |

ся завдяки деяким корисним властивостям цього металу [7], зокрема:

– він є напівпровідником, який у чистому вигляді буде проводити струм, особливо ефективним він є в разі високих частот і низьких робочих напруг;

– германій є прозорим для частини інфрачервоного спектра як у кристалічному, так і в склоподібному стані;

– має надзвичайно високий показник заломлення;

– має низьку хроматичну дисперсію.

Названі вище характеристики визначають можливість використання германію в електронних пристроях, сонячних батареях, енергетиці, приладах нічного бачення, оптичних системах лінз і волоконної оптики. Окремо виділяють здатність германію прискорювати процеси полімеризації.

Германій є яскравим прикладом мінеральної сировини, яка характеризується зростаючими, але не постійними обсягами споживання з дуже динамічною структурою, яка істотно змінювалася протягом останніх десятиріч. На рис. 3 наведено динаміку структури споживання металу за даними праць [7, 8]. На початку промислового використання германію в 40–50-х роках традиційними сферами його використання були інфрачервона оптика й виробництво напівпровідників. У подальшому кожне десятиріччя з'являлися нові технології, які потребували цієї сировини. У 70-х роках майже весь обсяг германію був рівномірно розподілений між виробництвами інфрачервоних систем і напівпровідників (відповідно 50 і 46 %). У 80-х роках почалося масштабне застосування германію у волоконній оптиці, яке досягло найбільших значень у 2000-х роках. Також близько 3–4 % обсягів сировини використовувалося в зазначений період для виробництва детекторів випромінювання. У 90-х роках найбільшими галузями застосування германію виявилися волоконна оптика, каталізатори полімеризації та виробництво інфрачервоних систем. Саме з новими галузями споживання сировини (виробництво сонячних батарей, виробництво поліетилентерефталату) пов'язані основні перспективи розширення обсягів використання германію. Для загальної динаміки обсягів споживання германію останніми дисятиріччями характерне відчутне зростання в споживанні сировини у 80-х роках, що пов'язане з масштабними замінами традиційних телекомунікаційних систем на кабельні системи з оптичних волокон, які забезпечують значну швидкість передачі цифрової інформації. На початку 90-х років і до сьогодні обсяги споживання металу є порівняно стабільними й характеризуються великими темпами росту.

Крім названих напрямів, традиційним є використання цього металу в металургії, оскільки невелике додавання германію до сплавів олова, алюмінію та магнію дуже підвищують їх твердість. Але обсяги споживання в цьому напрямі не перевищують 1–2 %. Ті ж само значення характерні й для порівняно нової сфери використання металу – медицини, зокрема хіміотерапії. Для медичних потреб германій почали застосовувати вперше в Японії в 70-х роках, коли виявили його імуномоделюючу й протипухлинну активність, що пов'язане з поліпшенням процесів перенесення кисню в тканинах організму людини.

Найперспективнішими сферами використання германію є високі технології, зокрема виробництво германій-олово-телурового сплаву, електроніка та сонячна енергетика, а також його використання як полімерного каталізатора. Інші напрями (волоконна та інфрачервона оптика) в майбутньому будуть мати порівняно стабільні, але не зростаючі потреби в сировині, або частково будуть використовувати замінники й відчутно зменшать споживання германію (напівпровідники).

**Висновки.** Визначені тенденції ринку германію свідчать про наявність таких позитивних характеристик для розвитку вітчизняної мінерально-сировинної бази:

– невеликі, але додатні темпи росту у виробництві германію, які залишаться сталими і в майбутньому;

– сталі темпи росту ціни германію на світовому ринку, які спостерігаються останнім десятиріччям;

– наявність споживачів германію на найближчих регіональних ринках, які не мають власної сировинної бази виробництва металу;

– поява нових технологій в електроніці та енергетиці, які передбачають використання германію й певні зрушення в структурі його споживання. Найперспективнішими напрямами зі сталими обсягами використання металу в майбутньому є сонячна енергетика та електроніка, а сфери з можливими коливаннями в попиті на германій – волоконна оптика й виробництво полімерів.

Негативними рисами ринку цієї мінеральної сировини є нестабільність обсягів виробництва й споживання, що ускладнює достовірне прогнозування їх кількісних і якісних показників. При цьому ці недоліки не впливають на загальні тенденції ринку германію в довгостроковій перспективі і є відчутними лише в певні нетривалі періоди.

Визначені позитивні характеристики свідчать про можливість і доцільність залучення в промислове освоєння наявних розвіданих запасів германію та необхідність проведення їх геолого-економічної переоцінки з урахуванням визначених закономірностей ринку.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Клер В. Р.* Изучение сопутствующих полезных иско-

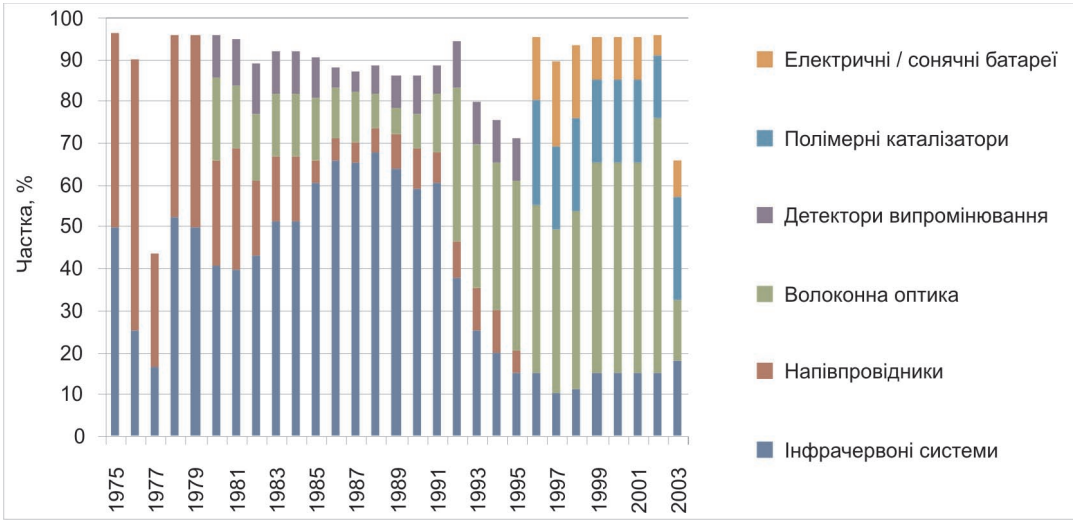



**Рис. 3. Головні напрями й обсяги споживання германію**

паемых при разведке угольных месторождений. М.: Недра, 1979. 272 с.

2. *Ломашов И. П., Лосев Б. И.* Германий в ископаемых углях. М.: Изд-во Академии наук, 1962. 165 с.

3. Металічні і неметалічні корисні копалини України. Т. 1. Металічні корисні копалини/ Ред. М. П. Щербак, О. Б. Бобров. К.: – Л.: Центр Європи, 2006. С. 334–335.

4. Мінеральні ресурси України та світу. К.: ДНВП Геоінформ України, 2009. 602 с.

5. *Погребицкий Е. О.* О некоторых закономерностях распределения германия в углях Донецкого бассейна. М.: Недра, 1960. 362 с.

6. *Сапрыкин Ф. Я., Богданов В. В.* Методическое руководство по изучению и оценке месторождений угля на германий и другие редкие элементы. М.: Недра, 1967. 312 с.

7. *Butterman W. C., Jorgenson John D.* Germanium. Mineral Commodity Profiles. Open-File Report 2004–1218. U. S. Geological Survey Reston, Virginia 2005. 22 p//minerals. usgs. gov.

8. Mineral Commodity Summaries. U. S. Geological Survey. January 2012. P. 64–65//minerals. usgs. gov.

Рукопис отримано 30.08.2012.

УДК 550.42 + 552.321

**О. В. ЗАЯЦЬ,** молодший науковий співробітник,
**А. Л. ЛАРІКОВ,** канд. фіз.-мат. наук, науковий співробітник,
**Л. В. СЬОМКА, О. В. КОШЕЛЄВ,** наукові співробітники (ІГМР ім. М. П. Семененка НАН України)

# ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ Й ТИПІЗАЦІЯ РІДКІСНОМЕТАЛЕВИХ РУСЬКО-ПОЛЯНСЬКИХ ГРАНІТІВ КОРСУНЬ-НОВОМИРГОРОДСЬКОГО КОМПЛЕКСУ

Розглянуто геохімічні особливості рідкіснометалевих гранітів південно-східної частини Русько-Полянського масиву. Визначено, що апікальна частина масиву збагачена Nb, Y, Yb, а глибша – Zr, La, Ce, Nd, Pr. Показано, що за набором елементів-домішок русько-полянські граніти подібні до рідкіснометалевих гранітів лужного геохімічного типу. Русько-полянські граніти характеризуються підвищеним, порівняно із середніми значеннями в кислих породах, умістом Nb, Y, TR, Rb, Be, Sn, Zn, зниженими концентраціями Co, Cr, Ni, V, Sr. Невисокий уміст Li в гранітах, невисока глиноземистість та високе відношення Nb/Ta в сукупності з таким набором елементів-домішок не дає змоги зарахувати русько-полянські граніти до типу рідкіснометалевих літій-фтористих гранітів.

Considered geochemistry of rare-metal granites of the South-Eastern part of the Rus'ka Polyana massif. Found that the apical portion of the massif is enriched Nb, Y, Yb, and deeper – Zr, La, Ce, Nd, Pr. It is shown that the trace elements combination of the Rus'ka Polyana raue-metal granites like alkali granites geochemical type. Rus'ka Polyana granites are characterized by higher contents of Nb, Y, TR, Rb, Sn, Zn, than average in acidic rocks, and the reduced concentrations of Co, Cr, Ni, V, Sr. Low content of Li in granite, low alumina content and a high Nb/Ta ratio in conjunction with a set of trace elements is Rus'ka Polyana rare-metal granites can not be attributed to the Li-F granites type.

**Вступ.** Проблемі типізації рідкіснометалевих гранітоїдів присвячено численні наукові праці [1, 4, 11 та ін.]. Типізація рідкіснометалевих гранітів ґрунтується на різних петрохімічних і мінералогічних ознаках, на рудних компонентах, що притаманні цьому типу гранітів. Але в основному вона ґрунтується на двох головних петрохімічних групах гранітоїдів: лужних (зазвичай агпаїтових) і нормальних (плюмазитових) [4]. Ця основа збережена в класифікації рідкіснометалевих гранітоїдів В. І. Коваленка [4]. Він виділив три геохімічні типи рідкіснометалевих гранітів: літій-фтористий, лужний (агпаїтовий) та стандартний тип гранітів, що відрізняються за характерними мінералогічними, петрохімічними та геохімічними ознаками. Л. В. Таусон запропонував своє розділення всього різноманіття гранітоїдів на геохімічні типи. Термін літій-фтористі граніти, на його думку, є невдалим. Граніти, що зараховані до цього типу, є лише апікальною фацією аляскітових гранітів, пересичених фтором, літієм та іншими рідкісними елементами [10]. Беручи до уваги особливості хімічного складу цих гранітоїдів, їхню насиченість водою та іншими леткими компонентами, достатньо високу глиноземистість, Л. В. Таусон пропонує назвати їх плюмазитовими рідкіснометалевими гранітами. За його класифікацією до типу плюмазитових рідкіснометалевих лейкогранітів належать також граніти стандартного геохімічного типу, а рідкіснометалеві лужні гранітоїди виділено в самостійний тип [10].

До цього часу [12, 13] русько-полянські граніти розглядають як рідкіснометалеві граніти літій-фтористого типу. Вони належать до анортозит-рапаківігранітного Корсунь-Новомиргородського плутону. Тим самим підтверджується, що масиви рапаківі обов'язково асоціюють з літій-фтористими гранітами [13]. Аналізуючи геохімічні особливості русько-полянських гранітів, ми визначили їх нехарактерну як для літій-фтористих гранітів геохімічну спеціалізацію.

Наше дослідження ґрунтується на неопублікованих матеріалах Черкаської ГРЕ Русько-Полянського масиву

© О. В. Заяць, 2012

в 70–80-х з деякими доповненнями авторів.

**Метою** цієї роботи був аналіз наведених результатів спектрального й рентген-флуоресцентного досліджень рідкіснометалевих руcько-полянських гранітоїдів на елементи-домішки для визначення їх геохімічного типу.

**Методика досліджень.** Основою нашої роботи стало дослідження кернового матеріалу свердловини № 8568, що пробурена в 2009 році ДРГП "Північгеологія" поблизу села Руська Поляна. Граніти розкрито свердловиною на глибині 139,6 м. Відібрано керн з глибин від 139,6 до 253,0 м з інтервалом опробування 1,0–1,5 м для 94 аналізів на елементи-домішки. Рентген-флюоресцентний аналіз (РФА) різновидів гранітів виконано на спектрометрі ElvaX mini в лабораторії геологічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка (аналітик О. В. Андреєв). Для визначення вмісту елементів у гранітах методом РФА використовували еталони SG-1a, BCR-1. Як допоміжний метод для визначення літію, ітербію було застосовано спектральний аналіз, котрий виконано ПДРГП "Північгеологія" (аналітики М. Ф. Чаєвський, З. І. Харченко, М. А. Стаднійчук)

**Геологічна позиція й породний склад масиву**. Руcько-Полянський гранітний масив, що був названий спочатку як Черкаський, розміщений у північно-східній частині Корсунь-Новомиргородского плутону й займає площу близько 400 км$^2$ (рис. 1). Масив міститься в зоні скидів північно-західного простягання, що пов'язані із закладанням ДДЗ. У південній частині до складу масиву входить однойменний Руcько-Полянський масив габро-анортозитів. Північний контакт цього масиву з руcько-полянськими гранітами проходить по Руcько-Полянському розлому. На сході й півдні руcько-полянські граніти контактують із гнейсами чечелівської світи та вміщують їх ксеноліти.

У південно-східній частині Руcько-Полянського масиву всі петрохімічні різновиди гранітів різною мірою зазнали вторинних змін. Геологи Черкаської ГРЕ виділили низку низько-, середньо- і високотемпературних процесів. Найширше розвинуті низькотемпературні: окварцювання, гематитизація, хлоритизація, сульфідизація, що пов'язані із зонами тріщинуватості й катаклазу. Високотемпературні процеси грейзенізації приурочені в основному до жильних тіл сублужних лейкократових гранітів. Процеси альбітизації проявлені широко по площині, але нерівномірно. Зростання ступеня альбітизації відзначено в лейкогранітах нормального ряду. Одночасно з альбітизацією польових шпатів по роговій обманці утворюється арфведсоніт. З альбітизацією просторово пов'язана карбонатизація гранітоїдів. Висока активність натрію в гідротермальних розчинах сприяє деанортизації плагіоклазів і виділенню карбонатів. Дослідники відзначають, що високотемпературний калієвий метасоматоз найінтенсивніше проявлений у сублужних гранітах. У цих гранітах по плагіоклазу розвивається вторинний мікроклін майже до повного заміщення плагіоклазу калієвим польовим шпатом. Із калієвим метасоматозом пов'язане також заміщення амфіболу біотитом, що приводить до утворення невеликих скупчень біотиту неправильної форми між зернами мікрокліну й кварцу.

У південно-східній частині масиву А. І. Воробей виявив рідкіснометалеві граніти. На його думку, вони є метасоматично перероблеными гранітами-рапаківі корсунь-новомиргородського комплексу [13]. Ці граніти виникли внаслідок просування фронту лужного метасоматозу з південного сходу на північний захід [13]. Він виділив ряд фаз і типів зазначених гранітів, які виникали послідовно, що відображено на геологічній карті (рис. 2). Перша фаза – граніти тилових зон, які виникли в процесі K- і K-Na-метасоматозу. Це дрібнозернисті граніти з розміром зерен до 1 мм, мусковіт-біотитові, біотитові,

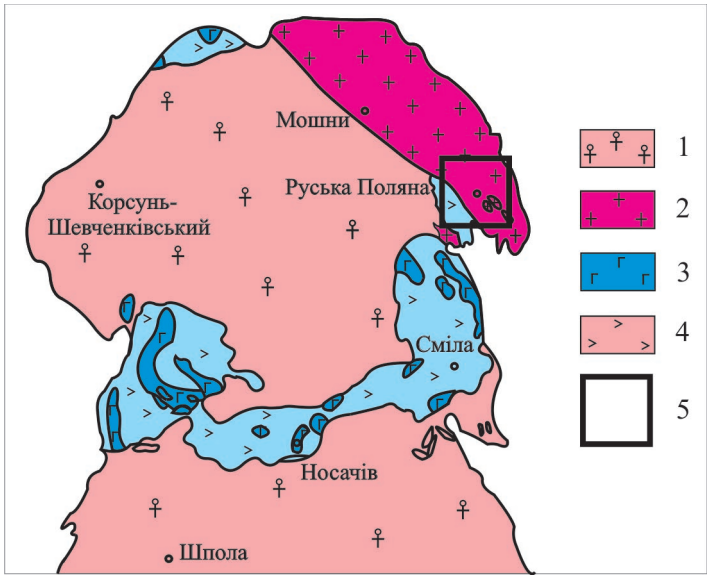



**Рис. 1. Схема розміщення Руcько-Полянського масиву:**
1 – граніти-рапаківі й рапаківіподібні граніти; 2 – руcько-полянські граніти; 3 – габро; 4 – габро-анортозити; 5 – південно-східна рідкіснометалева частина Руcько-Полянського масиву

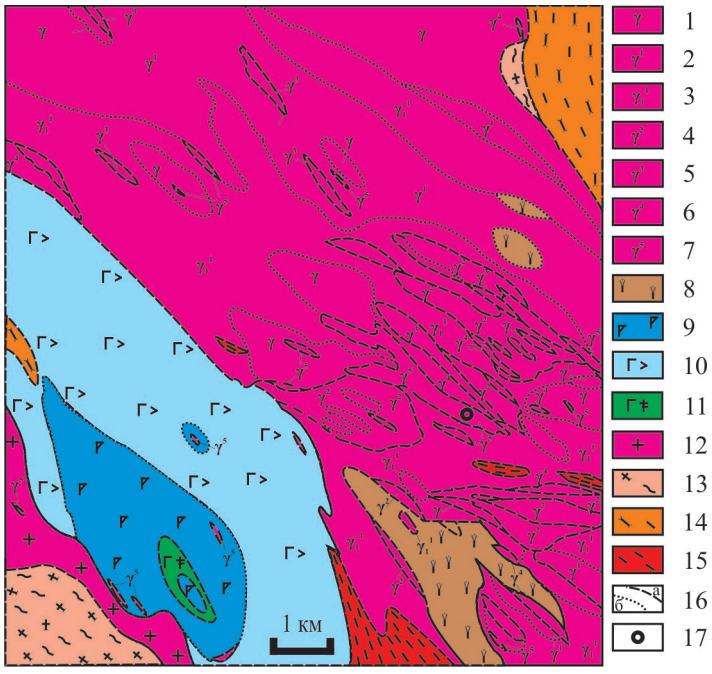



**Рис. 2. Схематична геологічна карта південно-східної частини Руcько-Полянського масиву за матеріалами геологів Черкаської геологорозвідувальної експедиції з нашими узагальненями, відповідальний виконавець А. І. Воробей, 1984 р.:** 1–7 – руcько-полянські граніти, 8 – кварцові сієніти; 9 – габро, 10 – анортозити й габро-анортозити; 11 – габро-монцоніти й кварцові сієніти; 12 – рапаківіподібні граніти; 13 – мігматити кіровоградсько-житомирського комплексу; 14–15 – гнейси біотитові й піроксен-біотитові інгуло-інгулецької серії; 16 – межі: а – передбачуваних геологічних тіл, б – типів гранітів; 17 – свердловина № 8568

амфібол-біотитові ($\gamma^5$ гр); дрібнопорфіроподібні граніти з розміром порфіроподібних украпленників мікрокліну до 15 мм із дрібно-середньозернистою основною масою (розмір зерен основної маси до 2,5 мм), біотитові та амфібол-біотитові граніти ($\gamma^4$ гр). Друга фаза – граніти передового фронту К-метасоматозу, які виникли завдяки гранітам-рапаківі. Тут також виділено дрібно-середньозернисті (розмір зерен до 3 мм), рідше середньозернисті (з розміром зерен 2,5–3,5 мм), мусковіт-біотитові й біотитові граніти ($\gamma^3$ гр); дрібно-, середньо- і крупнозернисті з розміром зерен до 15 мм, мусковіт-біотитові, біотитові та амфібол-біотитові граніти ($\gamma^2$ гр). Третя фаза – це частково гранульовані й перекристалізовані граніти, що зберегли порфіроподібну структуру й дрібно-, середньо- і крупнозернисту структуру основної маси вихідних гранітів-рапаківі Корсунь-Новомиргородського плутону. Розмір зерен основної маси гранітів становить до 7,0 мм. Це граніти дрібнопорфіроподібні з розміром украпленників мікрокліну до 15 мм, біотитові й амфібол-біотитові ($\gamma^1_1$ гр); граніти середньопорфіроподібні (розмір украпленників мікрокліну 15–25 мм), біотитові й амфібол-біотитові ($\gamma^1$ гр), кварцові сієніти амфібол-біотитові порфіроподібні, крупно- й середньозернисті; граніти крупнопорфіроподібні (розмір украпленників мікрокліну понад 25 мм) біотитові ($\gamma$ гр). Крім того, до третьої фази належать рожеві крупнокристалічні пегматити з розміром зерен 25–50 мм і рожеві біотитові пегматоїдні граніти. На території проявлені нерозчленовані габро-монцоніти й кварцові сієніти, дрібно- й середньозернисті з розміром зерен основної маси до 3,5 мм, що утворилися в процесі перетворення габро.

Свердловиною № 8568 розкрито два типи метасоматично змінених гранітів ($\gamma^5$ гр, $\gamma^1_1$ гр), що належать до першої й третьої фаз, які виділив А. І. Воробей.

Апікальну частину масиву становлять граніти тилових зон калієвого та калій-натрового метасоматозу. Вони представлені дрібнозернистими мусковіт-біотитовими й біотитовими сублужними лейкогранітами ($\gamma^5$ гр). На глибині 159–160 м їх змінюють граніти, частково гранульовані й перекристалізовані, що зберегли порфіроподібну структуру та дрібно-, середньо- й крупнозернисту будову основної маси вихідних гранітів-рапаківі ($\gamma^1_1$ гр). Це дрібнопорфіроподібні біотитові й амфібол-біотитові лейкограніти, що переходять у сублужні граніти.

У результаті мікроскопічного дослідження кернового матеріалу свердловини № 8568 з'ясувалося, що мінеральний склад гранітів з глибиною суттєво не змінюється. Це переважно біотитові граніти. На глибині перших десятків метрів проявлена мусковітизація. В інтервалі глибин 212,5–237,0 м спостерігається рогова обманка [5]. Мінеральний склад незначно варіює. Головними породотвірними мінералами є (%): мікроклін 40–60, плагіоклаз 10–20, кварц 20–30, біотит 1–5, рогова обманка – 1. Породотвірні мінерали детально описано в статті [5].

**Акцесорна мінералізація русько-полянських гранітів.** Граніти загалом уміщують широкий спектр акцесорних мінералів. Русько-полянські рідкіснометалеві граніти не є винятком. За даними попередніх дослідників (Черкаської ГРЕ) Русько-Полянського масиву, головними акцесорними мінералами русько-полянських гранітоїдів є циркон, ортит, бастнезит, флюорит, колумбіт, евксеніт, апатит, монацит, каситерит, топаз. Рідше спостерігається гранат, турмалін та мінерали групи сульфідів (галеніт, сфалерит, молібденіт, пірит, халькопірит, арсенопірит). На ділянках підвищеної концентрації Nb уміст евксеніту сягає 898 г/т, а колумбіту-танталіту – 177 г/т. Бастнезит є вторинним мінералом і розвивається по ортиту. За даними дослідників, уміст бастнезиту іноді сягає 9 кг/т, ортиту – 1,8 кг/т. Уміст монациту дещо нижчий і становить до 870 г/т.

**Особливості речовинного складу русько-полянських гранітів.** Основу Русько-Полянського масиву, за даними дослідників Черкаської ГРЕ, становлять сублужні граніти. Граніти нормального ряду представлені в підпорядкованій кількості. Серед різновидів русько-полянських гранітів сублужні граніти вирізняються найвищого сумою лугів – до 10 %, а в окремих випадках схожі з лужними гранітами. За кремнекислотністю русько-полянські граніти належать до лейкогранітів, рідше до гранітів. Це суттєво калієві граніти. Співвідношення $Na_2O/K_2O$ дає можливість виділити серед них ділянки калієво-натрієвої та калієвої серій, взаємовідношення яких зумовлені вмістом мікрокліну й плагіоклазу в межах кожного різновиду гранітів.

Уперше на Українському щиті в Русько-Полянському масиві геологи Черкаської експедиції виявили лужні породи – псевдолейцитові тингуаїти. Вони залягають у вигляді жил, потужністю 0,1–0,5 м, що січуть рапакіподібні середньопорфіроподібні граніти за 6 км східніше с. Руської Поляни. За хімічним складом порід, що схожі з псевдолейцитовими тингуаїтами, на Українському щиті немає. Русько-полянські тингуаїти, на думку цих дослідників, найбільш подібні до жильних лужних порід: псевдолейцитових тингуаїт-порфірів, що січуть у вигляді жил палеозойські маліньїти Покрово-Кириївської структури Донбасу (верхів'я Грузького Єланчику) [9]. Це єдині породи, в яких відношення $K_2O/Na_2O>2$. У русько-полянських тингуаїтах співвідношення лугів варіює від 2,5 до 13. Але тингуаїт-порфіри вміщують у 2 рази більше глинозему, у 2 рази менше FeO та MgO, ніж русько-полянські тингуаїти. У тингуаїтах, як і у вмісних гранітах, зафіксовано підвищений уміст Y. Не виключено, що Y був асимільований у процесі вкорінення жил з бокових порід. K-Ar методом радіоізотопний вік тингуаїтів визначено як середньопротерозойський.

Дослідники русько-полянських гранітів визначили середні значення хімічного складу й умісту елементів-домішок гранітів, які представлені в таблиці. Особливістю всіх типів гранітів є висока залізистість (0,86–0,92), висока глиноземистість (2,85–5,64) та характерний для рідкіснометалевих гранітів розподіл елементів-домішок [4]. Русько-полянським гранітам властиві підвищені щодо середніх значень для цього типу порід, за працею [8], концентрації Nb, Be, Zr, Y, Yb, La, Ce, Nd, Pr, Mo, Pb, Zn і низький уміст Co, Cr, Ni та V (рис. 3). Також у рідкіснометалевих гранітах, за О. П. Виноградовим, часто спостерігається підвищений уміст F порівняно із середнім його значенням у кислих породах, що становить 0,08 % [8]. Так у пержанських гранітах середнє значення концентрації F дорівнює 0,45 % [13]. Для гранітів кам'яномогильського комплексу: рідкісноземельних амфіболових гранітів – 0,22, рідкіснометалевих двослюдяних гранітів – 0,56 % [7]. За даними геологів Черкаської геологорозвідувальної експедиції, кількість F у породі варіює від 0,04 до 0,13 % (таблиця). В інших авторів [2, 13] ці зна-

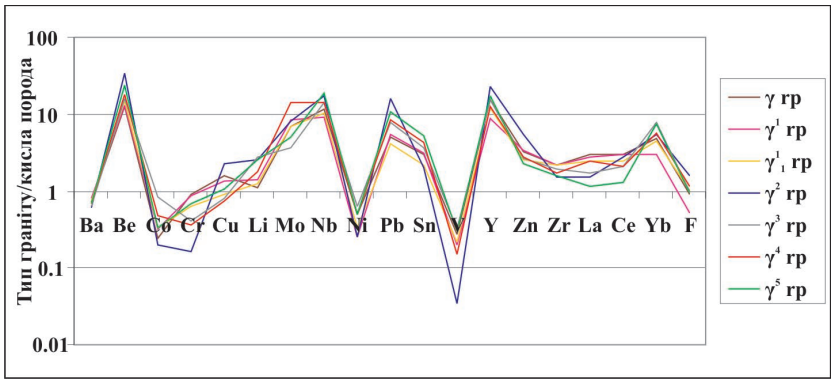



**Рис. 3. Спайдер-діаграма розподілу мікроелементів у виділених типах метасоматично змінених руcько-полянських гранітів**
Нормовано до середнього складу кислих порід за О. П. Виноградовим [8].

чення вищі й перебувають у середньому в межах 0,30–0,60 %, що перевищує вміст фтору в гранітах-рапаківі Корсунь-Новомиргородського плутону в 6–8 разів.

Концентрація Li в руcько-полянських гранітах залишається на рівні значень у гранітах-рапаківі Корсунь-Новомиргородського плутону, іноді спостерігається невелике збільшення Li – до 1,5 раза.

Високі концентрації рідкісних елементів у руcько-полянських гранітах визначено для Nb, Y, Yb, La, Ce та інших елементів (таблиця), що відобразилося у виділенні геологами Черкаської ГРЕ геохімічних аномалій цих рідкісних елементів.

За їх результатами досліджень Nb утворює широкі площові ореоли. У південно-східній частині Руcько-Полянського масиву виділено шість ореолів Nb, що займають близько третини її площі. Уміст Nb в ореолах сягає 0,1–0,15 %. Максимальний його вміст, сумісно з Ta, приурочений до дрібнозернистих гранітів ($\gamma^5$ гр). У гранітоїдах південно-східної частини масиву визначено вміст $Ta_2O_5$, який коливається в межах від декількох грамів до 27 г/т. Кореляція Ta з Nb слабка, відношення Nb/Ta варіюють у широких межах – від 3 до 50, у середньому становлять 13:1.

Ореоли Y та Yb звичайно супроводжують ореоли Nb і мають велику витягнутість уздовж розломів, а також пов'язані з дрібноовоїдними гранітами ($\gamma^1_1$ гр). Уміст Y в ореолах коливається в межах від 0,035 до 0,1 % з найбільшими значеннями до 0,15 %. Уміст Yb перебуває в межах 0,001–0,01 %. Уміст Y та Yb з глибиною зменшується, і їхня поведінка аналогічна Nb.

La і Ce утворюють комплексний ореол у південно-східній частині масиву. Уміст La в ореолі коливається в межах 0,035–0,007 %, Ce – 0,04–0,15 %, іноді досягаючи 0,2 %. До глибини 300,0 м уміст La і Ce коливається в межах 0,01–0,1 %. За даними спектрального аналізу Черкаської ГРЕ вміст La і Ce вищий у крупнопорфіроподібних гранітах (γ гр), у дрібнозернистих уміст різко зменшується і перебуває на рівні чутливості спектрального аналізу. На думку дослідників руcько-полянських гранітів, ореоли La і Ce пов'язані з гранітоїдами, що мають ортитову акцесорну мінералізацію, іноді з лужною роговою обманкою (арфведсонітом), і просторово приурочені до кварцових сієнітів. Найбільший сумарний уміст рідкісних земель у гранітах досягає 0,37 %, але найчастіше буває в межах 0,2–0,3 %.

Гранітоїди південно-східної частини масиву характеризуються вище фонових (для кислих порід) умістом Li, Rb. У плані аномальні ореоли Li, Rb повторюють ореоли Nb і тісно з ними пов'язані. Найбільший уміст Li і Rb притаманний в основному дрібнозернистим гранітам.

Характерною рисою руcько-полянських гранітів

**Таблиця. Хімічний склад гранітів Руcько-Полянського масиву та вміст у них елементів-домішок за даними силікатного й спектрального аналізів Черкаської ГРЕ (г/т)**

| Типи гранітів | γ гр | $\gamma^1$ гр | $\gamma^1_1$ гр | $\gamma^2$ гр | $\gamma^3$ гр | $\gamma^4$ гр | $\gamma^5$ гр |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Кільк. проб | 48 | 20 | 21 | 31 | 9 | 12 | 20 |
| $SiO_2$ | 71,17 | 68,85 | 68,56 | 72,54 | 72,06 | 71,71 | 73,32 |
| $Al_2O_3$ | 13,79 | 14,33 | 14,00 | 12,84 | 12,04 | 13,62 | 13,34 |
| $Fe_2O_3$ | 1,34 | 2,02 | 1,83 | 1,06 | 1,76 | 1,53 | 1,13 |
| FeO | 1,46 | 1,60 | 1,79 | 1,52 | 2,05 | 1,31 | 1,00 |
| $TiO_2$ | 0,227 | 0,303 | 0,242 | 0,149 | 0,220 | 0,126 | 0,075 |
| MnO | 0,037 | 0,039 | 0,041 | 0,033 | 0,047 | 0,026 | 0,026 |
| CaO | 1,12 | 1,59 | 1,73 | 1,08 | 1,13 | 0,89 | 0,67 |
| MgO | 0,35 | 0,61 | 0,58 | 0,32 | 0,42 | 0,23 | 0,24 |
| $P_2O_5$ | 0,026 | 0,049 | 0,042 | 0,043 | 0,024 | 0,030 | 0,019 |
| $K_2O$ | 6,16 | 6,12 | 6,29 | 5,82 | 5,56 | 5,67 | 5,36 |
| $Na_2O$ | 2,61 | 2,46 | 1,97 | 2,25 | 1,90 | 2,84 | 2,95 |
| $Cr_2O_3$ | 0,007 | 0,006 | 0,018 | 0,009 | 0,007 | 0,005 | 0,005 |
| $CO_2$ | 0,35 | 0,41 | 0,85 | 1,17 | 1,04 | 0,42 | 0,31 |
| $SO_3$ | 0,05 | 0,04 | 0,26 | 0,05 | 0,13 | 0,06 | 0,08 |
| F | 0,073 | 0,042 | 0,083 | 0,127 | 0,080 | 0,091 | 0,075 |
| ппп | 1,06 | 1,26 | 1,58 | 1,25 | 1,47 | 1,22 | 1,32 |
| Σ | 99,84 | 99,72 | 99,86 | 100,27 | 99,93 | 99,75 | 99,90 |
| F | 0,89 | 0.86 | 0,86 | 0,89 | 0,90 | 0.92 | 0,90 |
| al' | 4,38 | 3,39 | 3,33 | 4,43 | 2,85 | 4,44 | 5,64 |
| Типи гранітів | γ гр | $\gamma^1$ гр | $\gamma^1_1$ гр | $\gamma^2$ гр | $\gamma^3$ гр | $\gamma^4$ гр | $\gamma^5$ гр |
| Кільк. проб | 50 | 11 | 23 | 119 | 17 | 61 | 64 |
| Ag | 0,028 | 0,067 | 0,023 | 0,054 | 0,022 | 0,034 | 0,025 |
| Ba | 594 | 670 | 610 | 500 | 520 | 565 | 567 |
| Be | 7,0 | 7,3 | 8,0 | 19,0 | 8,9 | 10,0 | 13,0 |
| Co | 1,2 | 1,6 | 1,7 | 1,0 | 4,1 | 2,4 | 1,7 |
| Cr | 23 | 22 | 16 | 4 | 10 | 9 | 17 |
| Cu | 32 | 27 | 18 | 46 | 16 | 15 | 21 |
| Ga | 21 | 21 | 17 | 22 | 30 | 27 | 26 |
| Ge | 2,1 | 1,6 | 1,6 | 1,5 | 2,0 | 1,5 | 2,3 |
| Li | 44 | 57 | 49 | 102 | 111 | 72 | 104 |
| Mo | 7,0 | 8,5 | 6,8 | 8,0 | 3,6 | 14,0 | 5,0 |
| Nb | 234 | 184 | 203 | 348 | 278 | 282 | 369 |
| Ni | 4,0 | 2,0 | 2,7 | 2,0 | 5,0 | 4,0 | 4,0 |
| Pb | 101 | 111 | 82 | 323 | 155 | 170 | 213 |
| Sn | 9.0 | 9,2 | 6,6 | 6,0 | 11,0 | 13,0 | 16,0 |
| V | 11,0 | 8,0 | 8,5 | 1,4 | 13,0 | 6,0 | 12,0 |
| W | 4,0 | 5,0 | 7,9 | 11,0 | 8,5 | 11,0 | 7,0 |
| Y | 528 | 304 | 403 | 793 | 532 | 420 | 594 |
| Zn | 192 | 202 | 153 | 331 | 159 | 166 | 136 |
| Zr | 438 | 427 | 442 | 298 | 379 | 348 | 314 |
| La | 177 | 165 | 145 | 90 | 103 | 150 | 68 |
| Ce | 302 | 298 | 248 | 280 | 211 | 212 | 128 |
| Yb | 19 | 12 | 18 | 22 | 31 | 23 | 30 |
| F | 0,073 | 0,042 | 0,083 | 0,127 | 0,080 | 0,091 | 0,075 |

є поступове підвищення вмісту кремнезему, рідкісних лугів, фтору та олова від ранніх (γ гр) до гранітів завершальної фази ($\gamma^5$ гр), що, на думку дослідників Русько-Полянського масиву, свідчить на користь магматичного походження цих гранітоїдів, де важливу роль відігравали процеси диференціації з участю газової фази.

**Обговорення результатів.** Два виділені типи гранітів $\gamma^5$ гр, $\gamma^1_1$ гр відрізняються не тільки за структурою, хімічним складом, а й за геохімічними особливостями (рис. 4). При дослідженні гранітів свердловини спостерігається збагачення апікальної частини масиву (граніти $\gamma^5$ гр) на Li, Rb, Nb, Y, Yb. З глибиною (граніти $\gamma^1_1$ гр) головну роль набувають цирконій і рідкісноземельні елементи церієвої групи (La, Ce, Nd, Pr). До такого розділення елементів приводять процеси диференціації масиву. Під час магматичного процесу кінцеві диференціати збагачуються більш розчинними сполуками важкої ітрієвої підгрупи [6]. Підвищення концентрації ніобію й поява власних мінералів ніобію відбуваються на завершальній стадії магматичного процесу, а також у гранітних масивах з інтенсивним розвитком метасоматичних процесів [6]. Характерною особливістю русько-полянських рідкіснометалевих гранітів є низький уміст стронцію. Середні значення концентрацій Sr у гранітах двох виділених типів $\gamma^5$ гр і $\gamma^1_1$ гр становлять відповідно 13 і 50 г/т.

Дослідники зараховують граніти Русько-Полянського масиву до геохімічного типу рідкіснометалевих літій-фтористих гранітів, (за В. І. Коваленком [4]). На думку цього автора, літій-фтористі й лужні рідкіснометалеві гранітоїди часто характеризуються підвищеними концентраціями Li, Rb, Sn, Zn, F, Nb, Ta й різко зниженими – Sr і Ba. Особливістю гранітів літій-фтористого типу є знижений уміст TR і Y, водночас як лужні граніти збагачені цими елементами [4]. Літій-фтористим гранітам також властиві низькі, порівняно з лужними гранітами, відношення Nb/Ta та Zr/Hf. Петрохімічно літій-фтористі граніти відрізняються від більшості відомих кислих порід украй високим коефіцієнтом глиноземистості (20–100), що може слугувати головною петрохімічною ознакою під час їхнього виділення [3].

За набором елементів-домішок русько-полянські рідкіснометалеві граніти наближаються до геохімічного типу лужних гранітоїдів. Досліджувані граніти характеризуються різко підвищеним умістом Tr, Y, Nb, Zr, Zn, Sn, Be, високим відношенням Nb/Ta і зниженим умістом Sr. Невисокий уміст Li в русько-полянських гранітах не дає можливості зарахувати їх до геохімічного типу літій-фтористих гранітів. Концентрація Li для всіх типів русько-полянських гранітів коливається в межах 44–111 г/т (таблиця). Крім того, глиноземистість русько-полянських гранітів (таблиця) набагато нижча цього параметра літій-фтористих гранітів та їх субвулканічних аналогів – онгонітів.

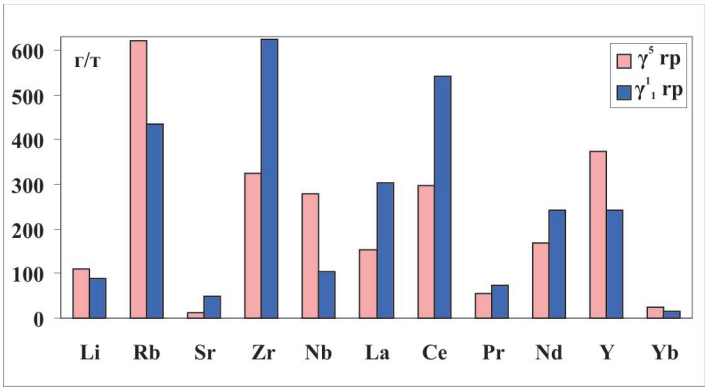



**Рис. 4. Гістограма вмісту рідкісних елементів для двох типів русько-полянських гранітоїдів за даними рентгенфлуоресцентного аналізу**

**Висновки.** Розкриті свердловиною два типи метасоматично змінених русько-полянських гранітів ($\gamma^5$ гр і $\gamma^1_1$ гр) відрізняються за вмістом рідкісних елементів. Апікальна частина масиву (граніти $\gamma^5$ гр) збагачена Nb, Y, Yb, а з глибиною (граніти $\gamma^1_1$ гр) головну роль починають відігравати Zr і рідкісні землі церієвої групи (La, Ce, Nd, Pr).

За набором елементів-домішок русько-полянські граніти близькі до лужного типу рідкіснометалевих гранітів, які виділив В. І. Коваленко [4]. У русько-полянських гранітах спостерігається підвищений уміст Nb, Y, TR Rb, Be, а також Sn, Zn. Недостатньо висока глиноземистість русько-полянських гранітів, порівняно невисокий уміст Li в гранітах і високе значення Nb/Ta не дають можливості однозначно зарахувати русько-полянські граніти до типу рідкіснометалевих літій-фтористих гранітів за класифікацією В. І. Коваленка [4].

*Автори висловлюють щиру подяку Гаценко Вірі Олексіївні, науковому співробітнику ІГМР ім. М. П. Семененка та Хоменку Володимиру Михайловичу, канд. геол.-мінерал. наук, старшому науковому співробітнику ІГМР ім. М. П. Семененка за корисні критичні зауваження та суттєві поради.*

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гинзбург А. И.* Проблемы редкометалльных гранитов. В кн.: Редкометалльные граниты и проблемы магматической дифференциации. М.: Недра, 1972. С. 7–27.

2. Гранитоиды Украинского щита. Петрохимия, геохимия, рудоносность. Справочник/Под ред. Н. П. Щербака. Киев: Наукова думка, 1993. 232 с.

3. Классификация и номенклатура магматических горных пород: Справочное пособие/ О. А. Богатиков, В. И. Гоньшакова, С. В. Ефремова и др. М.: Недра, 1981. 160 с.

4. *Коваленко В. И.* Петрология и геохимия редкометалльных гранитоидов. Новосибирск: СО Наука, 1977. 206 с.

5. *Пономаренко О. М., Заяць О. В., Безвинний В. П., Довбуш Т. І.* Особливості речовинного складу та ізотопний вік русько-полянських рідкіснометалевих гранітів Українського щита//Геохімія та рудоутворення. Вип. 29. 2011. С. 18–26.

6. Редкие элементы Украинского щита/Б. Ф. Мицкевич, Н. А. Беспалько, О. С. Егоров и др. Киев: Наукова думка, 1986. 256 с.

7. Седова О. В. Петрологія і рудоносність докембрійського кам'яномогильського комплексу рідкіснометалевих гранітів Східного Приазов'я Українського щита: Автореф. … канд. геол. наук. К., 2011. 20 с.

8. Справочник по геохимии/ Г. В. Войткевич, А. В. Кокин, А. Е. Мирошников, В. Г. Прохоров. М.: Недра, 1990. 480 с.

9. Справочник по петрографии Украины (магматические и метаморфические породы)/ И. С. Усенко, К. Е. Есипчук, И. Л. Личак и др. Киев: Наукова думка, 1975. 579 с.

10. *Таусон Л. В.* Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов. М.: Наука, 1977. 280 с.

11. *Тугаринов А. И., Коваленко В. И.* Геохимия гранитоидов Нигерии. М.: Наука, 1973. 108 с.

12. *Шеремет Е. М., Панов Б. С., Коломиец Г. Д.* Редкометалльные лейкограниты в районе Корсунь-Новомиргородского массива гранитов-рапакиви//Докл. АН УССР. Сер. Б. 1989. № 3. С. 32–34.

13. *Щербаков И. Б.* Петрология Украинского щита. Львов: ЗУКЦ, 2005. 366 с.

Рукопис отримано 20.11.2012.

УДК 551.242.1 (477.7)

**Л. С. ОСЬМАЧКО,** канд. геол. наук, старший науковий співробітник (ІГМР ім. М. П. Семененка НАН України)

# ГОЛОВАНІВСЬКА ШОВНА ЗОНА ЯК ГІБРИДНА ДИСЛОКАЦІЙНА СТРУКТУРА

Голованівська шовна зона формувалася за декілька етапів дислокаційних перетворень первинного субстрату (до восьми етапів). Перші сім із них проявилися за P-T умов від гранулітової до зеленосланцевої фацій метаморфізму; наймовірніше, вони і відображаються в цифрах ізотопного визначення віку – 3,2, 2,8, 2,4, 2,0, 1,8, 1,5 млрд років. Перетворення етапу-8 відбувалися при низьких температурах. Головною причиною трансформацій у межах шовної зони та її остаточного формування були стиснення в субширотному напрямку і зсуви в субмеридіональному. Вік речовини геологічних тіл, що відображають динаміку остаточного формування зони, фіксується як 2,0 млрд років.

Golovanevsk suture zone was formed into several stages of the deformation transformations of primary substratum (to 8 stages). The first seven of them appeared at P-T conditions of granulite to greenschist facies metamorphism, most likely, they are shown in the figures of the isotopic age determination – 3,2, 2,8, 2,4, 2,0, 1,8, 1,5 billion years. Transformation stage-8 took place at low temperatures. The main cause of transformation within the suture zone and its final form has been compressed in sublatitudinal direction and shifts in submeridional. Age matter of geological bodies that show marked the final dynamics of the formation zone is recorded as 2,0 billion years.

**Вступ.** У межах Голованівської шовної зони (ГШЗ) Українського щита (УЩ) проводилось досить багато робіт як наукового, так і прикладного характеру. Їх результати представлені у великій кількості виробничих звітів і наукових праць. Багато робіт проводилось у зв'язку з вивченням уже відомих рудопроявів і родовищ корисних копалин, також із пошуками нових рудоперспективних ділянок. У працях [7, 10, 19, 23 та інших] надано доволі концентроване узагальнення досягнень попередніх дослідників і систематизований опис геологічної будови досліджуваної території, її історії розвитку, закономірностей локалізації корисних копалин, наведені визначення ізотопного віку порід ГШЗ. З огляду на зазначене, надаємо доволі обмежений огляд досягнень попередників.

На сьогодні узагальнений образ ГШЗ відомий наступним чином. Ця зона перетинає УЩ у субмеридіональному напрямку та трасується за його контурами. У межах УЩ Голованівська зона простежується на відстані до 250 км при ширині від 3 до 120 км. Вона має чітко виражену глибинну будову у вигляді пакета тектонічних пластин, які занурюються на північ – північний схід і зумовлені лістричними підкидо-насувами [10]. ГШЗ розмежовує Росинсько-Тікицький і Дністровсько-Бузький мегаблоки УЩ від Інгульського. Відмінності цих складових УЩ добре простежуються як у фізичних полях, так і за даними ГЗЗ (глибинного зондування Землі), що зумовлено їх речовинними та структурними особливостями. Зокрема в магнітному і гравітаційному полях, ГШЗ виражена досить витягнутими в субмеридіональному напрямку та ланцюжкоподібно розміщеними аномаліями. Це пояснюється наявністю витягнутих тіл ультрабазитів, залізистих кварцитів, гранітоїдів та ін., які формують субмеридіонально розміщені ланцюжки. Тому ГШЗ у фізичних полях добре виділяється. За даними методів ГЗЗ ця шовна зона від суміжних мегаблоків добре відділяється в характері прояву поверхні розділу Мохо. Зокрема в її відносно пониженому і дуже змінному розміщенні в інтервалі 42–62 км, тоді як у мегаблоках ця поверхня фіксується в середньому, на рівнях ~ 40 км. Також ГШЗ відносно мегаблоків відрізняється тектонічною розшарованістю кори, особливо в межах діоритового шару. Але найяскравіше ГШЗ вирізняється як глибинна лінійна зона аномальної щільності земної кори, що й зумовлює наявність Голованівського гравітаційного максимуму [10]. Потужність діоритового шару в межах ГШЗ варіює від 10 до 20 км, базальтового – від 20 до 40 км, гранітний – майже відсутній [10].

Західною межею ГШЗ вважається Тальнівський глибинний розлом (зона розломів), східною – Первомайський розлом (тектонічна зона). Вони виділені за комплексом геолого-геофізичних ознак і характеризуються проявленням зон катаклазу, бластезу, мілонітів, іноді зон меланжу потужністю від перших сотень метрів до декількох кілометрів; також супроводжуються малопотужними тілами базитів та ультрабазитів. За даними глибинного моделювання, зазначені межі ГШЗ мають підмантійне та нижньокорове коріння. На останніх етапах розвитку ці розломи виконували функцію дренажних систем. Тальнівський глибинний розлом вміщує Майське родовище золота і низку рудопроявів, найважливішим серед яких є Чемерпільський; Первомайський розлом – Добрянківський рудопрояв золота [10]. Але не всі дослідники однозначно вважають Тальнівський розлом західною межею зони. В. М. Клочков зі співавторами, спираючись на дані О. П. Сторожука, схиляється до думки, що за західну межу ГШЗ можна вважати Бершадський підкид. Тобто Уманський і Бандурівський блоки III порядку мають бути включеними до ГШЗ.

Незважаючи на таке глибоке та різностороннє вивчення ГШЗ, на сьогодні залишаються відкритими питання щодо кількості етапів й механізмів формування зони, масштабів прояву дислокаційних явищ і динаміки цих процесів [2, 3, 7–11, 15 й багато інших], інтерпретації даних ізотопного визначення віку досить широкого цифрового діапазону: від 3,78 до 1,5 млрд років [1, 4, 13, 14, 19–23 та багато інших]. З метою подальшого вивчення зазначених проблем задіяно методологію структурно-парагенетичного аналізу [2, 9, 15, 16, 18].

**Виклад матеріалу досліджень.** Ми провели для ГШЗ детальні дослідження в межах субширотної частини р. Ятрань між сс. Орлово – Покотилово та північніше – до с. Перегонівка; поруч с. Тро-

© Л. С. Осьмачко, 2012

яни; по ділянці р. Південного Бугу від м. Гайворон до с. Саврань, також поруч сс. Красненьке, Довга Пристань.

Задля того, щоб показати структури (субстрат), по яких формувався майже весь об'єм ГШЗ у сьогоднішніх його межах, розпочнемо огляд її будови з ділянок, що містяться дещо західніше власне зони (якщо опиратися на матеріал [10, 11 та ін.], адже межі ГШЗ однозначно не є означеними). Це ділянки поруч м. Гайворон і с. Салькове. В їх межах мають місце гранулітові парагенезиси порід, що належать до гайворонського комплексу, дністровсько-бузької і бузької серій архею. Це переважно ендербіти, гнейсо-ендербіти, піроксенвмісні гнейси тощо. За працями [13, 14 та ін.], характерною рисою ендербітів, на ділянках, що досліджувалися, є наявність двох піроксенів, неоднорідний склад (від трондьємітів до діоритів, а в деяких випадках – до плагіоклазитів) та смугаста текстура (лейкократові смуги чергуються з темнішими, збагаченими залізистими магнезіальними силікатами). Усі різновиди ендербіто-гнейсів [за працями 14, 23 та ін.] мають однаковий мінеральний склад, але різне співвідношення мінералів. При цьому, цирконі з кар'єрів "Козачий Яр", "Одеський" і "Завалля" [14] переважно три- і двофазні. За ними отримані такі групи цифр віку відповідно: 3620–3648, 3336, 2867, 2082 і 1980 млн років; 3506, 2870, 2144 та 1892 млн років; 3281,1; 2668; 2450 та 1992 млн років [14, 19, 20 та ін.].

За даними структурно-парагенетичних досліджень В. М. Венедиктова, відзначені високометаморфізовані об'єкти ідентифікує як результат трьох тектонометаморфічних циклів [2]. О. І. Лукієнко зі співавторами [15] ці утворення відносять до дислокаційних утворень катазони-1. Автори [15] стверджують, що досліджувані структури утворилися за участі кристалізаційної грануляції, кристалізаційного і трансляційного розсланцювання порід на фоні збереження мінерального складу, який відповідає умовам гранулітової фації. Такі явища відбуваються и за умови дії тектонічних чинників. С. В. Горяйнов зі співавторами [9] відзначені об'єкти гранулітової фації відносять до утворень Завалівського метаморфічного та Сумовського мігматитового (метасоматичного) комплексів. Головною причиною їх утворення автори [9] вважають зсувні трансформації.

У зв'язку з вищевідзначеним, ми провели довивчення побузького гранулітового фрагменту кристалічного фундаменту. Виявлено, що в його межах спостерігаються структури декількох генерацій (рис. 1 та інші). На мезорівні, це, головним чином, асиметрична складчастість з реліктами більш древніх утворень та вторинна лінзосмугастість і сланцюватість, що по них розвиваються. Окрім таких структур, мають місце дайкоподібні утворення.

*Структури генерації-1* – асиметричної складчастості збереглися в межах лінзоподібних блочків різних розмірів серед утворень наступних етапів деформаційних перетворень. Межі між ними поступові. Зазначені блочки структурно-зональні, що зумовлено варіаціями за інтенсивністю структурно-речовинних змін при задіянні їх (структур цієї генерації) пізнішими деформаціями (див. рис. 1). Кожна з таких структурних зонок має свої, властиві певній зонці, параметри складчастості – кут між крилами (від 80 до 0°), кут занурення шарніру (від 20 до 70°), ступінь дезінтеграції та збереженості складок тощо. Разом із цими параметрами змінюється і мінеральний склад утворень, який назагал, як зазначалося, відповідає ендербітам. Загальна тенденція таких варіацій полягає в тому, що при зменшенні кута між крилами складочок, збільшенні кута занурення шарнірів, а назагал збільшенні ступеня їх дезінтеграції, спостерігається поява та збільшення кількості біотиту, кварцу, гранату, калієвого польового шпату (КПШ) при зменшенні і заміщенні ними піроксену та плагіоклазів. Складчастість, яка є найменш зміненою подальшими перетвореннями для досліджуваного фрагмента кристалічного фундаменту, ми спостерігали в кар'єрі "Одеський" (в 4 км нижче за течією р. Південний Буг від с. Казавчин по правому березі) та "Козачий Яр" (по лівому березі р. Південний Буг). Найкраще вона виражена у вертикальному зрізі (рис. 2а). Тут структури асиметричної складчастості спостерігаються як фрагменти розрізнених (витягнутих і розтягнутих) лінзочок і складочок з різними за розмірами крилами та змінною їх потужністю. Розміри складок не перевищують 15–20 см; падіння їх осьових поверхонь переважно на північний схід під кутами (<) ~ 70–85°; для пакета складок осьова поверхня має хвилясту в плані форму з деякими варіаціями азимуту падіння; азимут занурення шарнірів таких складчастих утворень також варіює, але переважно в інтервалі – 310–0°, < ~ 30°; коротші лише праві крила (відносно азимуту занурення) складок; їх потовщення спостерігається лише поруч замків; кут між крилами – сталий (для однієї структурної зонки).

У плані структури, що розглядаються, виражені як смугастість, що зумовле-

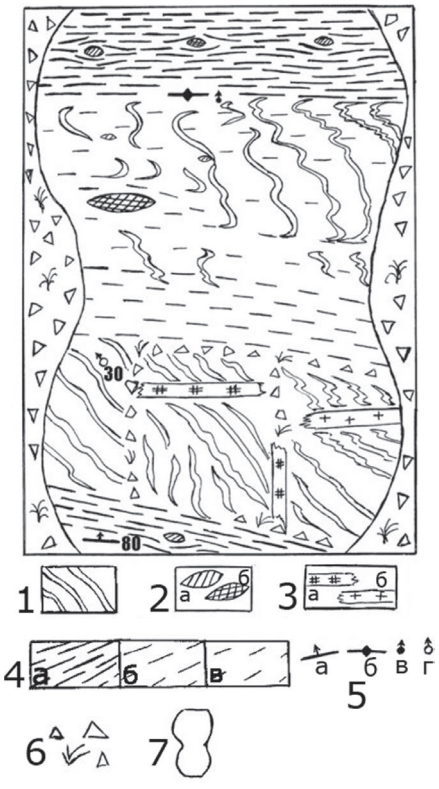



**Рис. 1. Принципова схема будови ділянки в плані кристалічного фундаменту в межах кар'єру "Одеський", правий берег р. Південний Буг, у 4 км нижче по течії від с. Казавчин**
1 – структури генерації-1 – асиметрична складчастість складу ендербіту. 2 – лінзоподібні релікти складу: а – ендербітів, б – мафітів. 3 – дайкоподібні утворення генерації-2 складу: а – ендербітів; б – гранітоїдів. 4 – структури генерації. 3 – фрагмент зони розсланцювання; речовинно – гнейсо-ендербіти, мафіти, кварцити тощо; розсланцювання: а – інтенсивне, б – середнього ступеня, в – слабке. 5 – елементи залягання структур: а – простягання та напрямок падіння площинних елементів, цифра поруч – кут падіння; б – простягання та вертикальне падіння площинних елементів; в – вертикальне падіння лінійних елементів; г – похиле залягання лінійних елементів і напрямок занурення, цифра – кут занурення. 6 – задерновка. 7 – контури кар'єру

**Рис. 2а. Структури асиметричної складчастості генерації-1, речовинно – ендербіт. Зріз вертикальний, поперечний до осей складчастих форм; експозиція південно-східна. Масштаб – 25-копійкова монета. Південна частина кар'єру "Одеський"**

**Рис. 2б. Структури асиметричної складчастості в плані, фото орієнтоване. Там само**

на варіаціями мінерального складу ендербітів (рис. 2б). Потужності смуг варіюють від декількох міліметрів до 5 см. Азимути простягання коливаються від 330 до 40°, адже ця смугастість ускладнена розлінзуванням і плойчатістю. Тут варто зазначити, що генетична природа смугастості або чергування лейко- та меланосклядових кристалічних порід, серед дослідників однозначної інтерпретації немає.

Структурні зонки (в межах утворень генерації-1), які є результатом відносно інтенсивніших трансформацій наступного деформаційного етапу, виражені як субширотно розлінована складчастість (смугастість) (рис. 3а, б). У кар'єрі "Одеський" інтенсивність таких трансформацій збільшується в напрямку з півдня на північ. На цих рисунках видно, що структури генерації-1 зазнали значного розлінування та переорієнтації відповідно до розвою трансформацій наступного етапу субширотного плану. У горизонтальній площині це майже прямолінійна тонка лінзосмугастість; у розрізі – ізоклінальна складчастість із шарнірами, що круто занурюються (рис. 3б). Також на цьому рисунку видно співвідношення ізоклінізованої складчастості цієї генерації та зони розсланцювання наступної генерації. Контакт чіткий, субвертикальний, субширотний.

Подібні утворення, структури дисгармонійної смугастості та складчастості, у вигляді реліктових лінзоподібних блочків простежуються також, як зазначалося, в кар'єрі "Козачий Яр" по лівому березі р. Південний Буг, південніше с. Сальково, в південно-східній частині Гайворонського кар'єру, поруч с. Кошаро-Олександрівка (рис. 4а, б), с. Довга Пристань, широтній частині долини р. Ятрань (між сс. Орлово та Покотилово) та ін. Детально їх не описуємо, тому що вони подібні, а отже синхронні до описаних в кар'єрі "Одеський", лише надаємо нижче фото.

Окрім зазначеного, смугасті ендербіти вміщують лінзоподібні тіла з порівняно масивною внутрішньою будовою. Просторово вони розміщені згідно відносно смугастості, що розглядається; за складом відповідають ендербітам, мафітам та ультрамафітам (рис. 3а). Ці утворення відносимо до структур генерації-0.

Наведений фактичний матеріал, а саме: наявність лінз-реліктів, розлінзована смугастість, її фрагментація у вигляді складочок і лінзочок, односистемна орієнтація всіх відзначених складових досліджуваного різновиду ендербітів, свідчать про таке. Смугасті ендербіти є деформаційними утвореннями, сформованими в зсувних умовах при P-T умовах

**Рис. 3а. Розлінована смугастість генерації-1 в ендербітах з лінзоподібними тілами (в центрі темні) складу базиту. План, фото орієнтоване; масштаб – польова книжка. Центральна частина кар'єру "Одеський"**

**Рис. 3б. Ізоклінизована смугастість генерації-1 на межі із зоною розсланцювання наступного дислокаційного етапу. Речовинно – ендербіт. Зріз близький до вертикального; експозиція південно-західна. Північна частина кар'єру "Одеський"**

стійкості породоутворювальних мінералів. Траєкторія зсувних деформацій зафіксована в орієнтації лінійних структурних елементів утворень, що досліджувалися. У цьому випадку це довгі осі тіл-реліктів і шарніри складкоподібних утворень (фрагментів дезінтегрованої смугастості).

*Структури генерації-2* спостережені нами як дайкоподібні утворення ендербітового та гранітоїдного складу в кар'єрах "Одеський" (рис. 5а, б) і м. Гайворон. Ендербіти дайок середньозернисті, рівномірнозернисті, близькі до масивних. Для першого із зазначених кар'єрів віднайдено спарену систему дайкоподібних тіл – субмеридіонального і субширотного простягань. І ті, й інші зрізують і підвертають смугастість генерації-1 з утворенням призсувних складок і ламінарної течії. При цьому дайка ендербітового складу субширотного простягання має підворот смугастості правий, субмеридіонального простягання – лівий. Поруч з дайками і в них з'являється гранат. У свою чергу, такі дайкоподібні тіла прихоплені розсланцюванням наступного етапу деформацій.

*Структури генерації-3* для Іолованівської шовної зони на макрорівні представлені в'язкими розломами. Це лінійно-лінзоподібні ділянки земної кори, перетворення в межах яких відбувалися в умовах від гранулітової до амфіболітової фацій метаморфізму. Їх розміри та просторова орієнтація доволі змінні, адже структури цієї генерації задіяні потужними зсувними перетвореннями наступних етапів субмеридіонального плану і містяться серед них як реліктові тіла.

**Рис. 4а. Структури асиметричної складчастості/смугастості генерації-1 поруч с. Кошаро-Олександрівка. План. Масштаб – кулькова ручка. Азимут простягання структур 320°, < занурення шарнірів складчастих форм 20° по азимуту 320°**

**Рис. 4б. Те саме у вертикальному зрізі. Масштаб – ручка молотка (зверху). Видно новоутворену зонку гранітоїдного складу з азимуту простягання 320°. Цей блочок облямовується зонками розсланцювання (генерація-3) по азимуту 320° з вертикальною мінеральною лінійністю**

Потужності останніх варіюють у досить широких межах – від метрів до кілометрів. Простягання цих розломів по периферії ГШЗ субширотне, тому що ця частина кристалічного фундаменту зазнала відносно слабких перетворень; у центральній частині зони – субмеридіональне, через відносно інтенсивні зсувні переміщення і перетворення. На мезо- і мікрорівнях структури генерації-3 представлені кристалізаційною сланцюватістю, гнейсуватістю, структурами розлінзування та вторинного розшарування геологічного середовища. Речовинно це ендербіти, чарнокіт-ендербіти, породи, що відповідають хащувато-завалівській світі (поруч с. Завалля) тощо. Характерною спільною рисою цих розломів є субвертикальна лінійність за: мінеральними агрегатами (гранату, піроксену, графіту тощо), лінзоподібними тілами складу мафітів, кварцитів, ендербітів, рудними виокремленнями і таке інше. В'язкі розломи цієї генерації структурно-зональні, що зумовлено змінною інтенсив-

**Рис. 5а. Дайкоподібне тіло ендербітового складу (генерація-2), що супроводжується лівим підгином смугастості-1. План, фото орієнтоване; масштаб – 10-копійкова монета. Кар'єр "Одеський"**

**Рис. 5б. Дайкоподібне тіло гранітоїдного складу (генерація-2), що супроводжується лівим підгоном смугастості-1. План, фото орієнтоване. Кар'єр "Одеський"**

ністю прояву деформацій по площі. Зазначене виражене, зокрема, в тому, що структури генерації-3 вміщують різною мірою змінені лінзоподібні блочки утворень більш давніх утворень. Розміри таких блочків варіюють від десятків метрів (вищеописані як структури генерації-1) до сантиметрів і міліметрів. Окремі фрагменти структур генерації-3 вже відображені на вищенаведених рисунках. У цьому пункті наводимо ще додаткові дані.

Деформаційні утворення цієї генерації добре проявлені в кар'єрах "Одеський" (рис. 1, 3б, 6), "Козачий Яр" (рис. 7) (поруч с. Салькове), кар'єрах м. Гайворон (рис. 8) і Завалля як зона розсланцювання (речовинно це фактично міксит порід гранулітової фації) субширотного простягання. Азимут падіння площин сланцюватості 350–2°, <65–80–90, < занурення лінійності (за мінеральними агрегатами та лінзоподібними тілами) – 62–80 на захід; ***a:c*** агрегатів досягає 7. Поруч сс. Кошаро-Олександрівка, Довга Пристань, Орлово такі зони розсланцювання мають північно-західне до меридіонального простягання, адже ці фрагменти містяться безпосередньо в ГШЗ та їх орієнтація підпорядкована пізнішим трансформаціям. На рис. 6 видно, що геологічне середовище представлене ендербітоїдами, метабазитами, кварцитами, графітистими виокремленнями тощо має моноклінально-лускату будову з рисами меланжу. Але це не механічна перебудова, а відбувається перелокалізація і перекристалізація (що спостережено на мікрорівні) мінералів структур попередніх генерацій із формуванням нових мінеральних агрегатів у вигляді смугастості, сланцюватості і лінійності. При цьому новоутворена субвертикальна лінійність є січною до складчастих форм генерації-1 з похилою лінійністю, що свідчить про їх асинхронність.

Отже, фактичний матеріал, який ми зібрали, засвідчив, що гранулітовий фрагмент Побужжя є гібридним деформаційним утворенням, тобто сформованим структурами декількох генерацій. Зазначене є результатом декількоетапних дислокаційних перетворень докембрійського субстрату.

До *структур генерації-4*, вслід за працею [15], ми відносимо ті деформаційні утворення, формування яких у часі та просторово було пов'язано з накладеним на породи гранулітових комплексів амфіболітовим діафторезом, ультраметаморфізмом і гранітизацією у зв'язку з формуванням переважно порід побузького гранітоїдного комплексу [за працею 10]. Така тектоніка порушує всі без винятку тектонічні структури попередніх етапів, трансформуючи й використовуючи їх будову. При цьому трансформується і мінеральний склад більш ранніх утворень, наближаючись до гранітоїдного. О. І. Лукієнко зі співавторами структури, що ми ототожнюємо як генерацію-4, відносять до деформаційних утворень катазони-2. Ми до структур макрорівня цієї генерації зараховуємо сингранітизаційні в'язкі розломи, які являють собою об'ємні та дуже витягнуті в плані тіла. Останні, об'єднуючись, беруть участь у створенні в'язкорозломної зони, яка назагал відповідає Голованівській шовній зоні. Основна речовинна канва (матрикс) розломів генерації-4 відповідає гранітоїдам побузького комплексу. Їх вік (за працею [11 та ін.], ~ 2, 45 млрд років. Ці гранітоїди містять різноманітні за

**Рис. 6. В'язкий сланцюватий розлом з меланжевою будовою субширотного простягання – структури генерації-3. Речовинно – міксит. Північна частина кар'єру "Одеський", зріз вертикальний, поперечний до простягання розлому; експозиція західна**

**Рис. 7а. Тонка смугастість, сланцюватість (гнейсо-ендербіт) та краплеподібні тіла базитового складу як вираз в'язкого сланцюватого розлому (структури генерації-3). Зріз вертикальний, поперечний до площин розсланцювання; експозиція західна. У східній частині кар'єру "Козачий Яр" (лівий берег р. Південний Буг, дещо нижче по течії від с. Салькове)**

**Рис. 7б. Те саме детальніше. Масштаб – молоток. Довгі осі тіл – субвертикальні. Форма тіл, у цьому разі базитового та ендербітового складів, свідчить про їх створення в зсувних умовах; траєкторії останніх фіксуються за орієнтацією осей *a* складових цієї генерації**

розмірами і різною мірою перетворені релікти структур попередніх етапів. В'язкі розломи цього етапу, у свою чергу, поглинаються подібними розломами, які речовинно відповідають гранітоїдам кіровоградського й уманського комплексів. На мезо- та мікрорівнях структури генерації-4 представлені вторинною сингранітизаційною смугастістю, структурами мезорозлінзування, гнейсуватістю тощо. Це свідчить, що формування таких розломів здійснювалося в зсувних умовах, пульсаційно; але чітких меж між такими структурами не існує, вони накладаються одна на одну, утворюючи єдине ціле. Такі структури формуються за Р-Т умов, близьких до солідусних відповідно до праці [15], за механізмами пластичної формозміни мінеральних зерен та їх агрегатів, синдеформаційної перекристалізації, трансляції, розлінзування і розшарування геологічного середовища (від рівня внутрішньозернового до рівня геологічних тіл).

Ми натрапили фрагменти сингранітизаційного в'язкого розлому в кар'єрі м. Гайворон і (рис. 9) у природних відслоненнях по р. Південний Буг (між сс. Саврань і Завалля та ін.), у долині р. Ятрань, між сс. Табаново та Перегонівка тощо. На цих ділянках спостерігається майже досконала лінеаризація і вторинна стратифікація (структурна й речовинна перебудова) гранітометаморфічного середовища, яка зумовлена перешаруванням дуже сплющених усіх без винятку за складом мезотіл. На мікрорівні, окрім зазначеного, спостерігаються перекристалізаційні явища. Речовинно тіла-складові таких монокліналей представлені ендербітами, кристалосланцями, переважно амфібол-піроксеновими, плагіогранітами, гранітами. Останні домінують. Також тут присутні лінзи біотит-піроксенових гнейсів, амфіболітів, кременистих порід. Площинні структурні елементи (гнейсуватість, сланцюватість, великі площини лінзоподібних тіл) усіх відзначених порід паралельні між собою з азимутом простягання в межах 290, 70° (по периферії ГШЗ) і 320–0° (у центральних частинах зони), з < падіння 80–90°. Співвідношення ***a:c*** мінеральних агрегатів сягає 10, а в тілах гранітоїдного складу й більше.

Усе зазначене про будову структур генерації-4 свідчить про їх формування завдяки переміщенню різнорангових тіл і перерозподілу речовини в динамічних умовах зсуву-стиснення при Р-Т значеннях, за яких формуються мінерали гранітоїдів (у цьому випадку побузького комплексу).

*Структури генерації-5* проявлені подібно до структури генерації-4 – являють собою такі самі пластоподібні і лінійно-лінзоподібні в плані макротіла (в'язкі розломи) зі своєю внутрішньою (власною) мезо- та мікроанізотропною будовою. Вони структурно зональні і речовинно відповідають переважно гранітоїдам кіровоградського, уманського та

**Рис. 8а. Вторинна смугастість у складі в'язкорозломної зони субширотного простягання – структури генерації-3. Північний кар'єр м. Гайворон (південна стінка). Видно, що вторинним розшаруванням і розлінзуванням задіяні всі петрографічні складові фрагмента (складу ендербіту, мафіту, гранатиту). a:c вторинних тіл сягає 7–10, інколи й перевищує; a – вертикальні. Зріз вертикальний, поперечний до площин розсланцювання; експозиція західна**

**Рис. 8б. Теж саме, дещо східніше. Масштаб – 25-копійкова монета. Видно лінеаризовані тіла базитового (темне) та ендербітового (світле) складів. Останні формують S-подібні та гачкоподібні агрегати, які є індикаторами перетворень при зсувах**

**Рис. 9а. Вторинна монокліналь у складі в'язкорозломної зони субширотного простягання – структури генерації-4. Розсланцюванням і розлінзуванням задіяні разом з тілами гранітного складу і всі давніші утворення. a:c вторинних тіл сягає 7–10, інколи й перевищує. Зріз вертикальний, поперечний до площин розсланцювання; експозиція західна. Північний кар'єр м. Гайворон (південна стінка)**

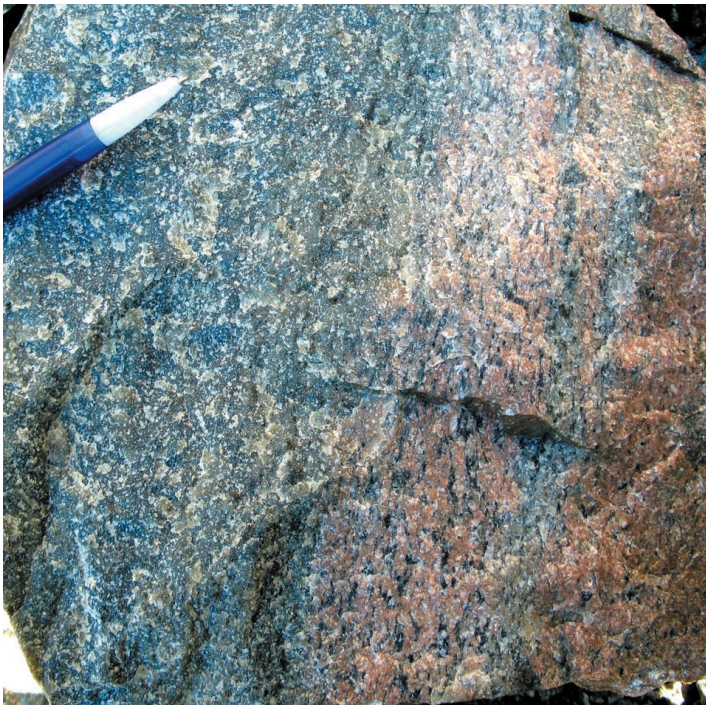


**Рис. 9б. Деталь до рис. 9а. Видно поступові переходи між ендербітом і калієво-польовошпатовим гранітом; обидва вони задіяні розсланцюванням**

звенигородського комплексів, тобто за віком ~ 2,0 млрд років. За С. В. Горяйновим [9], це утворення ладижинського метаморфічного та джулинського мігматитового комплексів. Вони мають субгоризонтальну мінеральну лінійність. Структури цієї генерації накладаються на всі попередні утворення, не рідко використовуючи їх будову й речовину; тобто це також вторинні утворення. На мезо- і мікрорівнях структури генерації-5 представлені смугастістю вторинного розшарування та сингранітизацією (часто порфиробластичною (сланцюватість за працями [18 та ін.]), гнейсуватістю, розлінзуванням тощо. Такі структури є похідними зсувних деформацій (за працями [3, 9, 15, 16, 18 та ін.]) і відносяться до дещо різних Р-Т умов, але межі між ними поступові. Адже вони накладаються одна на одну, формуючи єдине геологічне тіло, що свідчить про неперервно-імпульсний характер формування сингранітизаційних в'язких розломів.

Потужності вищезазначеної смугастості, частіше лінзо-смугастості варіюють від перших сантиметрів – десятків сантиметрів, до перших метрів. Смугастість зумовлена варіаціями: мінерального складу, розмірності мінеральних зерен, співвідношення ***a:c*** мінагрегатів тощо; вона формується [15 та ін.] за Р-Т умов становлення гранітоїдів.

Гнейсуватість виражена різною мірою подовженими та односистемно зорієнтованими мінералами та їх агрегатами, що відбувається завдяки кристалізаційній грануляції, пластичній формозміні зерен тощо. Тому досліджувані гранітоїди структурно і текстурно доволі неоднорідні. Зокрема, спостерігаються дрібнозернисті, аплітоподібні, дрібно-середньозернисті, гнейсуваті, крупнозернисті. Подібними перетвореннями охоплені й реліктові тіла.

Завдяки розлінзуванню і будинажу всі складові в'язких розломів цього етапу як синдеформаційні складу гранітоїдів (уманського, звенигородського та інших подібних комплексів), так і реліктові складу гнейсів, ендербітоїдів та інші виокремлені як лінзоподібні тіла, розмірами в десятки сантиметрів – перші метрів до кілометрів, що мають різну структурно-текстурну організацію. Усі вони односистемно зорієнтовані: паралельні між собою, розміщені субмеридіонально і субвертикально та мають ***a:c*** 5–7, інколи більше 10. Така односистемність простежується на всіх рівнях організації цих розломів. Усе зазначене свідчить, що всі петрографічно різнорідні складові розломів етапу-5 остаточно сформовані завдяки єдиному (такому, що охопив усі без винятку різновиди порід) пульсаційному зсувному процесу. Адже комплексна дія відповідних механізмів формування спостережених структур забезпечує зсувну [9, 15, 16, 18] деформацію порід, яка за своїм характером наближається до в'язкої течії.

Ми детально спостерігали подібні утворення між сс. Саврань і Завалля в природних відслоненнях по р. Південний Буг, також між сс. Орлово й Покотилово по р. Ятрань.

*До утворень, що остаточно сформувалися на цьому етапі дислокаційних перетворень,* також відносимо лінзоподібні в плані тіла, які речовинно відповідають метабазитам. Ми детально їх дослідили в північно-східній частині ГШЗ поруч с. Трояни. Досліджуваний фрагмент метабазитового складу за своєю будовою відповідає вторинній моноклінялі, адже сформований лінзо- і пластоподібними тілами субвертикального падіння та субмеридіонального, до північно-західного простягання. Зазначені тіла між собою вирізняються змінами мінерального складу та структурно-текстурними особливостями. Межі між лінзоподібними тілами згідні, чіткі, але поступові; адже вони знаходяться у відношеннях послідовного заміщення. Тому таких тіл у межах метабазитового масиву виділяється декілька генерацій. Зокрема, тіла першої генерації відповідають дрібнозернистому габро; другої та третьої відповідно – амфіболізованому габро, крупнозернистому і піроксен-амфіболовим кристалосланцям; четвертої – габро-амфіболіту дрібнозернистому з високим ступенем упорядкованості мінеральних агрегатів. Останнє зумовлює сланцювату будову порід. У площинах сланцюватості має місце мінеральна лінійність (переважно за агрегатами бурої рогової обманки), яка занурюється на північний захід під < до 20°. Така орієнтація лінійності відповідає протерозойським меланжам за працею [9].

Усе відзначене про лінзоподібний фрагмент ГШЗ базитового складу в районі с. Трояни свідчить про багатоактність його формування в зсувних умовах (при цьому дослідники відзначають для подібних утворень складні циркони [4]). Остаточно цей фрагмент сформувався саме на час становлення геологічних тіл із зазначеною лінійністю. Відомі цифри віку для подібних порід Чемерпільської структури – 1672±124–1707±75 за роговою обманкою та 1595±35–1676±70 за біотитом [4].

*Структури генерації-6* і наступних – 7–8 ми детально не вивчали, тому що деформаційні процеси, що їх сформували не несли суттєвої переробки будови та речовини фрагмента кристалічного фундаменту, який досліджувався. Це виражено в незначному поширенні структур генерацій 6–8 за площею, їх прояву за відносно низьких Р-Т умов та наслідуванні попередніх структурних планів. Такі деформаційні утворення чудово описали й вивчили попередники [2, 3, 8, 15 та ін.], тому ми обмежимось їх стислою характеристикою.

О. І. Лукієнко зі співавторами [15] до утворень, які накладаються на всі попередні генерації, зараховують ультрамілонітові структури. При цьому ці автори однозначно вік зазначених утворень не ідентифікують, адже вони пов'язані з усіма вищеописаними генераціями структур. До ультрамілонітів автори [15] віднесли продукти глибокого мікроруйнування (мілонітизації) і стирання порід, що зазнали значного ущільнення й мікроперекристалізації, а в певних випадках навіть часткового плавлення. Специфіка, механізми і природа цих утворень є предметом дискусій. Ми натрапили на подібні утворення в кар'єрі поруч м. Гайворон.

До *структур генерації-7* за працею [15], належать *кліважні розломи,* вони своїм походженням зобов'язані прояву зсувних деформацій у метаморфічних і гранітоїдних породах за Р-Т умов епідот-амфіболітової та зеленосланцевої фацій метаморфізму, а також низько- і середньотемпературного метасоматозу (Т~300–450°, Р~1–1,5 кбар). У межах ГШЗ такі утворення мають діафторичний характер щодо структур попередніх генерацій та успадковують їхню структурну анізотропію. У свою чергу, вони претинаються крихкими розломами наступних етапів. Найвірогідніше, їх вік є мезо- та неопротерозойський. Ці розломи представлені кліважними зонами субвертикального падіння, ширина яких коливається від 0,5 до 6–7 км. Основними мезоструктурними елементами таких зон є

кліваж, кліважні мезорозриви, структури тектонічного розлінзування й будинажу, складки природломного вигину (S-складки), складки ламінарної течії [15]. Такі утворення ми спостерігали поруч м. Завалля та по р. Ятрань, поруч с. Перегонівка. За своєю морфологією кліважні розломи певною мірою відповідають зонам сколювання О. Б. Гінтова [8].

*Структури генерації-8* відносяться до *постметаморфічних.* Їм відповідають відносно наймолодші дислокаційні структури, які формувалися в тектонічному режимі щита. Тобто земна кора при цьому являла собою більш-менш однорідне в реологічному відношенні середовище. У досліджуваному районі такі умови панували, як мінімум, протягом усього фанерозою та, дуже вірогідно, що й у рифеї [15]. Отже, деформаційні перетворення порід у межах цих структур відбувалися при температурах, що нижче кінематичного порогу реакцій, або низьких температурах. Постметаморфічні структури представлені: 1) зонами крихкого кліважування порід; 2) крихкими і крихко-в'язкими розломами; 3) природломними макро- і мезоскладками (S-складками) [15]. Просторове положення структур цього етапу переважно визначається регматичною сіткою розломів, за працею [17], але не рідко корегується структурною анізотропією розломів попередніх етапів.

Розломи другого з відзначених типів на досліджуваній частині Українського щита розвинені широко. Їм відповідають майже всі зображені на геологічних картах червоними й чорними лініями порушення, включаючи Тальнівський і Первомайський, Хмільницький і Хмельницький, а також багато інших менш порядкових розривів меридіонального, широтного та діагонального простягань. Деякі розломи супроводжуються лінійними корами вивітрювання. До крихких і крихко-в'язких розломів неопротерозойського віку приурочені найпродуктивніші середньотемпературні зруденіння в межах ГШЗ [10, 15].

**Узагальнення й висновки**

У межах досліджуваного фрагмента УЩ ідентифіковані дислокаційні утворення восьми генерацій. Це структури генерації:

1 – асиметрична складчастість/смугастість ендербітового складу. Азимут простягання смугастості 330–40°, азимут падіння осьових поверхонь складчастих форм в середньому, пн-сх, < ~ 70–85°, азимут занурення їх шарнірів варіює переважно в інтервалі – 310–0°, < ~ 30°;

2 – ми фіксували як спарені дайкоподібні тіла субширотного і субмеридіонального простягань, субвертикального падіння;

3 – зони в'язкого розсланцювання переважно субширотного простягання із субвертикальною мінеральною лінійністю. Речовинно є мікситом високометаморфізованих порід;

4 – в'язкорозломні зони із субмеридіонального простягання, субвертикального падіння з похилою мінеральною лінійністю. Речовинно відповідають назагал гранітоїдам побузького комплексу;

5 – в'язкорозломні зони субмеридіонального простягання, субвертикального падіння з мінеральною лінійністю, яка занурюється на пн-зах, < ~ 20°. Речовинно вони відповідають гранітоїдам кіровоградського та уманського комплексів;

6 – тіла ультрамілонітів. Мають різноманітні елементи залягання;

7 – кліважні розломи успадковують просторову орієнтацію структур попередніх генерацій, адже є діафторитами, і представлені набором порід зеленосланцевої фації метаморфізму;

8 – крихкі розломи розвинуті або відповідно регматичній сітці, або згідно накладаються на синметаморфічні структури, підсилюючи і підкреслюючи меланжеву будову зони.

При цьому кількість генерацій метаморфогенних структур, генерацій цирконів і діапазонів визначень віку збігаються. Як відомо, акцесорні мінерали реагують на зміни в геологічному середовищі подібно до породоутворювальних мінералів [5, 6, 12, 13 та багато ін.]. У цьому випадку породоутворювальні мінерали неодноразово формувалися в динамічних умовах за механізмом активованої тектонічними рухами перекристалізації, що зафіксовано у вигляді агрегатів-новоутворень: мезо- і мікроструктур, які охарактеризовані в роботі. Зазначене, з великою часткою вірогідності, може свідчити, що поява нових генерацій циркону та вік, визначений за ними, відображають час прояву тектонічних імпульсів, що призвели до формування метаморфогенних структур, які описані.

Отже, ГШЗ є гібридним дислокаційним утворенням, адже сформована структурно-речовинними парагенезисами зі складовими декількох генерацій, до восьми. Вони на мезо- та мікрорівнях представлені кристалізаційною сланцюватістю, смугастістю, розлінзуванням тощо. На макрорівні це відповідно в'язкі й крихкі розломи та їх системи. Ступені метаморфізму речовини структур генерацій 1–7 відповідають гранулітовій, амфіболітовій та епідот-амфіболітовій фаціям метаморфізму; структури генерації-8 – постметаморфічні. Структури кожної з генерацій високовпорядковані, односистемні, самоподібні на всіх рівнях організації, сформовані різко диференційованою речовиною, що свідчить про взаємозалежне становлення досліджуваних структурних форм та їх речовини в динамічних умовах. Остаточну будову ГШЗ сформовано на четвертому й п'ятому етапах дислокаційних перетворень, під час яких формуються в'язкі розломи (та їх зони) субмеридіонального простягання, субвертикального падіння з похилою мінеральною лінійністю. Така будова розломів свідчить про їх становлення в умовах зсуву-стиснення (в проекції на горизонтальну площину). Утворення більш ранніх генерацій зайняли позицію лінзоподібних блочків-реліктів. Загалом ГШЗ є лінійно-лінзоподібною зоною кристалізаційно-сланцюватої та гнейсуватої течій або поліетапною в'язкорозломною зоною.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Бибикова Е. В.* Древнейшие породы Земли: изотопная геохронология и геохимия изотопов//Мін. журн. 2004. Т. 26. № 3. С. 13–20.

2. *Венедиктов В. М.* Полициклическое развитие гранулитовой фации. К.: Наукова думка, 1986. 268 с.

3. *Веремьев П. С.* Структурные особенности гранулитовых комплексов юго-западной части Украинского щита и закономерности их формирования//Геол. журн. 1991. № 6. С. 3–12.

4. *Гаценко В. О., Литвиненко Ю. О.* Ільменіт-біотитові амфіболіти Чемерпільської структури Середнього Побужжя// Мінерал. журн. 2010. Т. 32. № 4. С. 86–98.

5. *Гаценко В. О., Лупашко Т. М., Ільченко К. О.* Петрогенетичні аспекти спектроскопічних особливостей циркону із амфіболітів Чемерпільської структури Середнього Побужжя//Мінерал. журн. 2011. Т. 33. № 2. С. 49–65.

6. Генерационный анализ акцессорного циркона/И. В. Носырев, В. М. Робул, К. Е. Есипчук, В. И. Орса. М.: Наука, 1989. 203 с.

7. Геолого-геофизическая модель Голованевской шовной зоны Украинского щита/ А. В. Анциферов, Е. М. Шеремет, Е. Б. Глевасский, К. Е. Есипчук и др. Донецк: Изд-во "Вебер" Донецкое отделение, 2008. 305 с.

8. *Гинтов О. Б.* Полевая тектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры Украины. Киев: Феникс, 2005. 568 с.

9. *Горяйнов С. В., Денисенко Д. В., Дивицкий О. А.* Метаморфические и метасоматические комплексы Среднего Побужья. Харьков: ЕКОГРАФ, 2003. 167 с.

10. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Центральноукраїнська серія М-36-XXXI (Первомайськ). Карти та пояснювальна записка/В. М. Клочков, Я. П. Білинська, Ю. М. Веклич та ін. Київ: Державний комітет природних ресурсів України, УкрДГРІ, 2004.

11. *Кореляційна* хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита (пояснювальна записка)/ К. Ю. Єсипчук, О. Б. Бобров, Л. М. Степанюк та ін. К.: УкрДГРІ, 2004.

12. *Легкова Г. В.* Закономірності зміни складу мінералів з докембрійських порід Українського щита: Автореф. дис. … д-ра геол. наук: 04.00.20/ІГМР НАНУ. К., 2006. 31 с.

13. *Лесная И. М.* Геохронология чарнокитоидов Побужья. Киев: Наукова думка, 1988. 135 с.

14. *Лобач-Жученко С. В., Степанюк Л. М., Пономаренко А. Н.* и др. Возраст цирконов из эндербито-гнейсов Среднего Побужья (Днестровско-Бугский мегаблок Украинского щита)//Минерал. журн. 2011. № 1. С. 3–14.

15. *Лукієнко О. І., Кравченко Д. В., Сухорада А. В.* Дислокаційна тектоніка та тектонофації докембрію Українського щита. ВПЦ. Київський університет, 2008. 280 с.

16. *Паталаха Е. И.* Механизм возникновения структур течения в зонах смятия. Алма-Ата: Наука, 1970. 215 с.

17. *Чебаненко И. И.* Теоретические аспекты делимости земной коры. К.: Наук. думка, 1977. 83 с.

18. *Шевчук В. В., Павлов Г. Г.* Тектонофизические условия формирования кристаллизационной сланцеватости//Геофизический журнал. 2003. № 5. С. 76–83.

19. *Щербак Н. П., Артеменко Г. В., Лесная И. М., Пономаренко А. Н.* Геохронология раннего докембрия Украинского щита (архей). Киев: Наукова думка, 2005. 241 с.

20. *Щербак Н. П., Артеменко Г. В., Лесная И. М., Пономаренко А. Н.* Геохронология раннего докембрия Украинского щита (протерозой). Киев: Наук. книга, 2008. 240 с.

21. *Щербак Н. П., Лесная И. М., Пономаренко А. Н.* О двух возрастных этапах образования чарнокитоидов Днестровско-Бугского мегаблока Украинского щита//Минерал. журн. 2005. № 3. С. 13–23.

22. *Щербак Н. П., Лобач-Жученко С. Б., Бибикова Е. В.* и др. Возрастные этапы формирования породных ассоциаций и комплексов Украинского и Балтийского щитов в архее (3,6–2,6 млрд лет)//Минерал. журн. 2010. № 2. С. 5–24.

23. *Щербаков И. Б.* Петрология Украинского щита. Львов: ЗУКЦ, 2005. 366 с.

Рукопис отримано 10.09.2012.

УДК 553.98:551.247(477.5)

**С. В. ГОШОВСЬКИЙ,** д-р техн. наук, академік УНГА, професор, директор,
**І. С. РОСЛИЙ,** д-р геол. наук, академік УНГА, Почесний розвідник надр (УкрДГРІ)

# АКТУАЛЬНІСТЬ ДОРОЗВІДКИ БРАХІАНТИКЛІНАЛЬНИХ СТРУКТУР ПІВДЕННО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОГО АВЛАКОГЕНУ

## СТАТТЯ 2. ЕПІГЕНЕТИЧНА ЗОНАЛЬНІСТЬ І ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ДОРОЗВІДКИ НОВОМЕЧЕБИЛІВСЬКОЇ СКЛАДКИ

Викладені результати геологорозвідувальних і нафтогазопошукових робіт у межах Новомечебилівської складки, досліджена геологічна історія формування підняття як полігенетичної структури, що розвивалася під впливом тектогенних, екзогенних та соляногенних геодинамічних факторів. Обґрунтована епігенетична зональність брахіантикліналі з виділенням високоперспективної присклепінної зони високоємних резервуарів, де прогнозуються газоконденсатні поклади. Пропонується дорозвідка структури глибокими свердловинами.

Results of geological survey and oil-and-gas exploration within Novomechebilovska fold are presented. Geological history of the uplifting has been investigated that revealed polygenetic nature of structure which has been formed under the influence of tectonic, exogenous and salt-genesis geodynamic factors. Epigenetic zoning of brachyanticline has been proved together with delineation of a high-perspective arched zone of reservoir of high capacity where condensate reservoir forecasted. It is proposed to renew the additional reservoir exploration within this structure with the help of deep wells drilling.

### Вступ

Адміністративно Новомечебилівська структура розміщена на частинах площ Лозівського, Барвенківського та Близнюківського районів Харківської області. Однойменна брахіантиклінальна палеозойсько-мезозойська складка, що похована під антропогеновими відкладами, структурно-геологічно приурочена до внутрішнього приосьового схилу південної прибортової зони авлакогену південно-східної частини Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). На регіональній структурно-тектонічній карті (Є. С. Дворянин, 1996 р.)

© С. В. Гошовський, 2012

брахіантикліналь по горизонтах башкирського ярусу ($Vб_2$) становить площу понад 360 км² (30×12 км), субширотного простягання, з півночі й північного сходу межує із Семенцівським синклінальним прогином і Барвенківською мульдою, а з півдня – Лозівською сідловиною. Антикліналь виявили геокартувальними роботами М. Ф. Балуховський (1947 р.) і І. М. Галака (1948 р.). У межах структури гравіметричними роботами визначено значний позитивний максимум (І. А. Балабушевич, О. Ф. Пеліпас, І. Ф. Денисов, 1949 р., 1951 р.). Гравіметрична аномалія в ядерній зоні складки зумовлена структурою підвищених щільних кам'янувугільних порід.

За 1951–1955 рр. картувальними свердловинами досліджені літолого-стратиграфічні розрізи розкритих відкладів карбону, пермі, тріасу, юри та кайнозою (О. К. Курилик, В. Ф. Близнюк, Г. С. Володін). У ці ж роки проведені перші сейсморозвідувальні роботи (О. І. Рогоза, 1953 р.). До 1960 р. пробурені перші дев'ять структурно-пошукові свердловини, завглибшки від 300 до 1 090 м, що дало можливість відповідними чином деталізувати геологічну будову брахіантикліналі (рис. 1).

Сейсморозвідувальними роботами методами МВХ і МСГТ за 1960–1975 рр. Новомечебилівська структура підготовлена до буріння глибоких пошукових свердловин, яке здійснювалося в 1974–1983 рр. В основу цих досліджень покладено весь комплекс отриманих геологічних і геофізичних матеріалів для обґрунтування пропозицій ефективної дорозвідки структури й можливого відкриття нових газоконденсатних покладів.

**Основні промислово-геологічні результати свердловин глибокого буріння**

У зоні склепіння Новомечебилівської складки в 1965 р. пробурена параметрична свердловина 309, завглибшки 2 943 м, до відкладів башкирського ярусу. Протягом 1974–1983 рр. відбувалося будівництво пошукових свердловин, що досягли таких глибин: № 1 – 3 848 м, № 2 – 4 950 м та № 3 – 5 900 м. У повному стратиграфчному обсязі вони розкрили відклади пізнього й середнього карбону, а раннього – ($C_1$) частково. Свердловини 309, 1, 2 та 3 на плановій структурній основі горизонту $Vb_2$ пробурені в ядерній частині й розміщені по шарніру брахіантикліналі, майже не охоплюючи крила (структурні карти на рис 3). Лабораторні дослідження порід середнього й верхнього карбону показують, що пісковики мають низькі колекторські властивості: загальна пористість становить у межах від 1,1 до 13,8 % за нульової проникності. У порах трапляються бітуми масляниcто-смолистий і смолисто-асфальтовий у кількості від тисячних до 0,2 %. Під час випробування двох об'єктів приладом ПК-103 отримані слабкі припливи бурового розчину з пластовою водою. Породи літологічного розрізу, які розкриті сверд. 1, 2 і 3, дуже щільні: пісковики й алевроліти башкирських горизонтів характеризуються пористістю в середньому 0,9–1,4 %, серпуховських – 0,6–2,15 % (max – 3,0 %); візейських – 0,9–3,55 % (max – 6,8 %). Щільність порід башкирського ярусу досягає 2,70 г/см³, серпуховського – 2,66–2,73 г/см³ та візейського – 2,55–2,84 г/см³ (табл. 1).

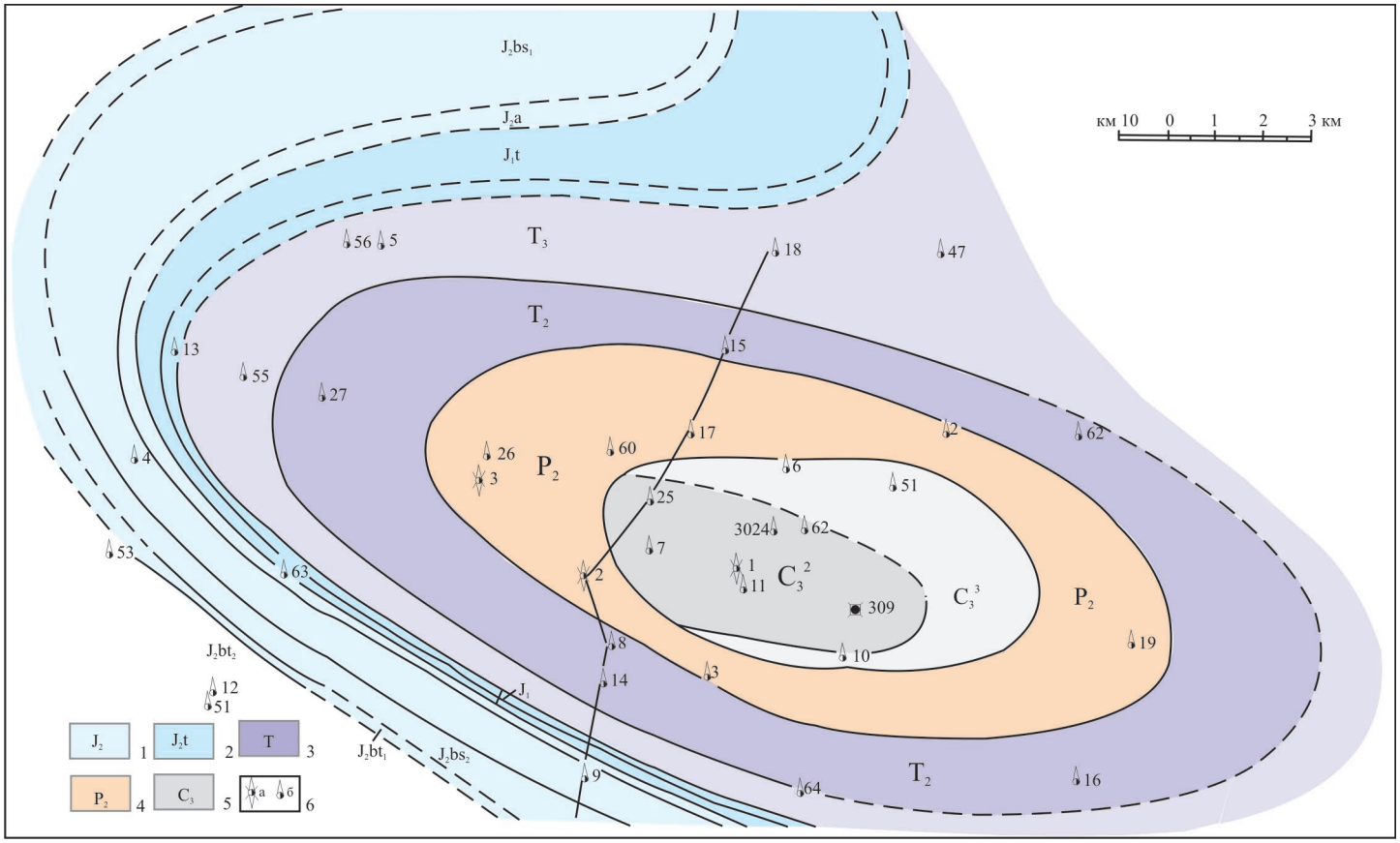



**Рис. 1. Геологічна карта допалеогенових відкладів Новомечебилівської брахіантиклінальної структури (склав Є. Купріянов, 1988):** 1 – середньоюрські відклади (батський, байоський та ааленський яруси); 2 – нижньоюрські (тоарський ярус); 3 – тріасова система, 4 – верхньопермський відділ, 5 –верхньокам'яновугільний відділ: $C_3^3$ – араукоритова світа, $C_3^2$ – авіловська світа; 6 – свердловини: а – глибокі пошукові, б – структурно-пошукові й картувальні

**Таблиця 1. Фізичні властивості пісковиків та алевролітів Новомечебилівської структури**

| № сверд. | Комплекси | Горизонти | Інтервал глибини, м | Пористість відкрита, % | Щільність, г/см³ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $C_2b$ | Б-11, 12, 13 | 3208–3467 | 0,91–1,4 | – |
| 2 | $C_2b$ | Б-8–10, 12–13 | 3033–3673 | 1,12–1,21 | 2,69 |
| 2 | $C_3s$ | Н-2, 3, 5, 7–9 | 3837–4744 | 0,6–1,94 | – |
| 2 | $C_1v_2$ | В-5, 6 | 4799–4950 | 2,88 | – |
| 3 | $C_1s$ | Н-5, 6, 7, 8 | 4263–4672 | 1,39–2,15 | 2,70 |
| 3 | $C_1v_2$ | В-5–7, 8, 11 В-12–13, 14 | 4889–5580 | 0,9–3,55 | 2,72–2,84 |
| 309 | $C_3$, $C_2$ | – | – | 1,1–3,8 | – |

**Таблиця 2. Результати випробування перспективних об'єктів Новомечебиловської структури у сверд. 2**

| Об'єкт | Інтервал, м | Дебіт води, м³/д | Пластовий тиск, Р пласт., МПа | Коефіцієнт перевищення гідростатичного Р |
|---|---|---|---|---|
| I | 4883–4893 | 0,012 | 83,6 | 1,7 |
| II | 4823–4849 | 15,0 | 81,7 | 1,7 |
| III | 4745–4791 | 11,5 | 80,4 | 1,7 |
| IV | 4628–4649 | Не опроб. | – | – |
| V | 4557–4581 | 4,95 | 78,82 | 1,7 |
| VI | 4263–4282 | 5,7 | 75,59 | 1,8 |

За літологічним складом у розрізі авіловської світи ($C_3^2$) по свердловині 3 частка пісковиків становить 30 %, ісаївської ($C_3^1$) – 23 %; у складі московського ярусу шарів і прошарків пісковиків – 64 %. Пісковики московського ярусу об'єднують в окремі горизонти з індексами від М-1 у покрівлі до М-7 у підошві. У розрізі башкирського ярусу піщаних верств 27 %, але збільшується кількість прошарків вапняків. Значно нижчий уміст піщаних пластів має розріз серпуховського ярусу – 21 %.

Висока щільність порід у склепінній зоні по шарніру брахіантикліналі є наслідком високих термобаричних умов епігенетичних змін у надрах структури, що підтверджується результатами досліджень свердловин глибокого буріння. Так, наприклад, під час буріння сверд. 1 на глибині 3 848 м була розкрита зона аномально високого пластового тиску (АВПТ) з потужним водопроявом, що спонукало припинення буріння; у сверд. 3 зафіксована найвища температура розрізу на глибині 5 876 м – 199,6 °С. У сверд. 2 випробування перспективних об'єктів виконувалися в обсадній колоні; отримані результати наведено в табл. 2.

Досліджені також пластові води. Аналізи розчинених у воді газів мають низький показник метану (2,2–8,6 %), але високий уміст етану – 29–50 %, порівняно висока складова азоту – 11–42 %, що характерне для об'єктів у зоні АВПТ. Зіставляючи такі дані з ознаками нафтогазоносності в породах по сверд. 309 (маслянисто-смолисті, смолисто-асфальтенові бітуми в порах і тріщинах), можна допустити, що на кам'яновугільних етапах розвитку в склепінні Новомечебилівської складки існувало газоконденсатне (?) родовище, яке згодом було зруйноване внаслідок денудації склепінної зони. На сучасній карті нафтогазоносності ДДЗ аналогом такого родовища можна вважати Кобзівське газоконденсатне, яке розміщене за 60 км на захід у тій само структурно-тектонічній прирозломній зоні.

### Еволюційні етапи формування брахіантиклінально-купольної структури

За даними регіональних профілів Мечебилове–Бригадирівка й Близнюки–Північно-Голубівка Новомечебилівська та Близнюківська структури почали формуватися в середньофаменський час у прирозломній зоні південного корового розлому Осьового грабена внаслідок порушення гравітаційної стійкості солі (рис. 2.13; 2.14 у праці [3]).

Новомечебилівська ділянка була моноклінальним схилом. Постседиментаційно антикліналь проявилася наприкінці серпуховського віку. За даними аналізу сейсмічних профілів приріст амплітуди за цей час становив 180–200 м. Башкирський вік на ділянці геодинамічно був порівняно спокійним, приріст амплітуди – 85 м, у складі якої частка ущільнення – 65 %. Понад 200 м становив конседиментаційний приріст амплітуди в московський вік. Підняття продовжувало формуватися й на початкових етапах пізнього карбону (ісаївський, авіловський часи). Протягом накопичення араукоритової світи конседиментаційний приріст амплітуди становив близько 150 м (рис. 2а); у період ранньопермської перерви структура продовжувала формуватися й одночасно розмиватися. Загалом приріст амплітуди антиклінальної складки за пізньокам'яновугільну й ранньопермську епохи досяг близько 450 м, у складі якої 210 м постседиментаційної природи, що виразилися розмивом товщі відкладів верхнього карбону. Отже, наприкінці ранньопермської епохи амплітуда Новомечебилівської структури по підошві серпуховських відкладів досягла 800 м.

Протягом пізньопермської епохи амплітуда складки зросла ще на 190 м, у вимірі якої 90 м конседиментаційної складової (рис. 2б). На тріасовому етапі брахіантикліналь була похована й денудації структури не відбувалося. Такий режим зберігався і в юрському періоді. На крейдовому геодинамічному етапі, одночасно з регіональними висхідними рухами, відновились активні структуроформуючі процеси та активна денудація юрських, тріасових, пермських і частково верхньокам'яновугільних відкладів. Таке відображення процесів альпійської складчастості тривало протягом крейдового й палеогенового періодів (рис. 2в, г). На неоетапі розмита частина складки знову була похована (рис. 2д). Винятково постседиметаційний приріст Новомечебилівської брахіантикліналі в альпійську тектонічну епоху, найвірогідніше, внаслідок тангенціальних напруг стиснення, досяг амплітуди близько 650 м.

Отже, фізична величина амплітуди Новомечебилівської складки сумарно по підошві серпуховського комплексу порід мала бути 1 540 м. Проте на зафіксова-

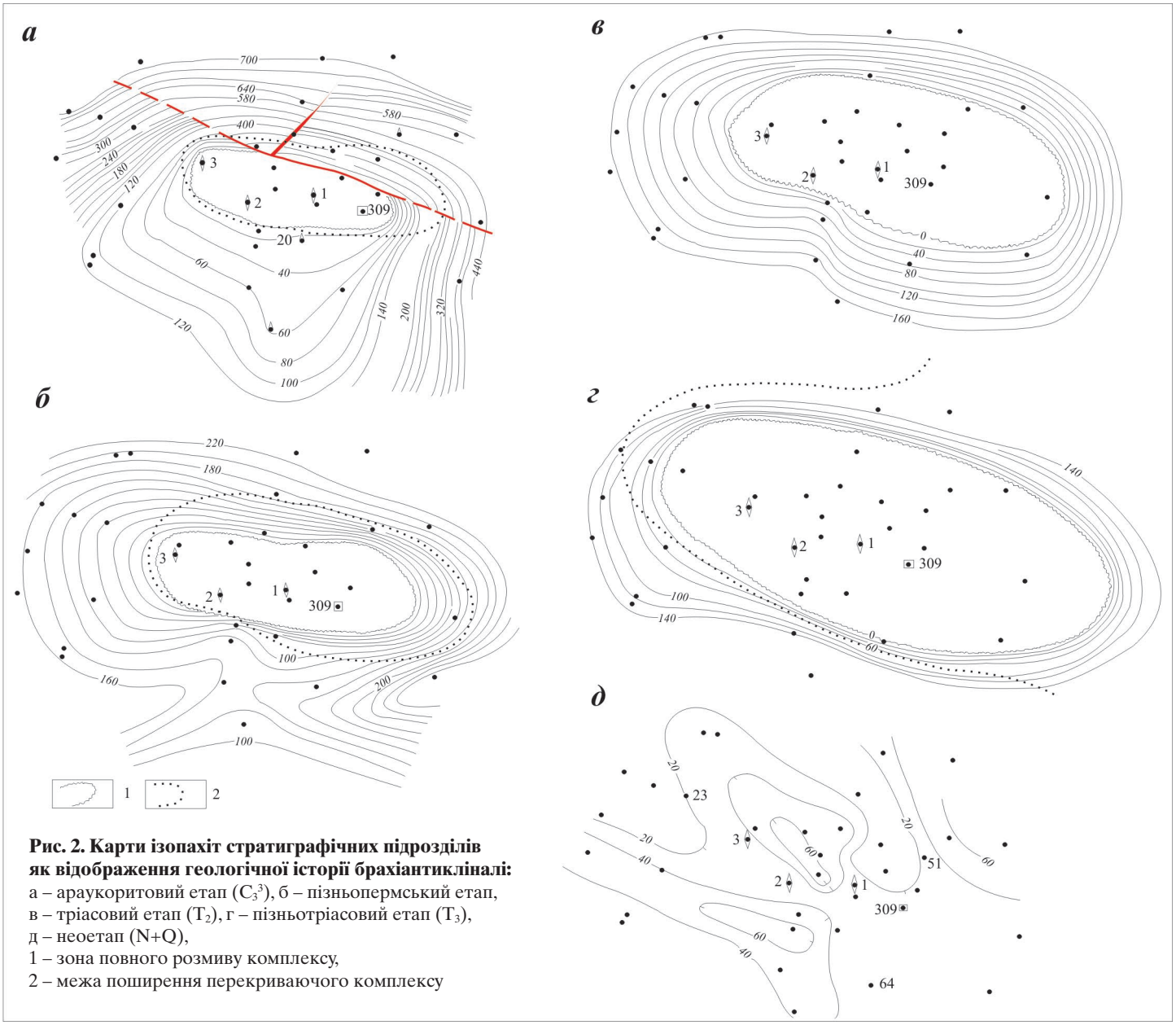
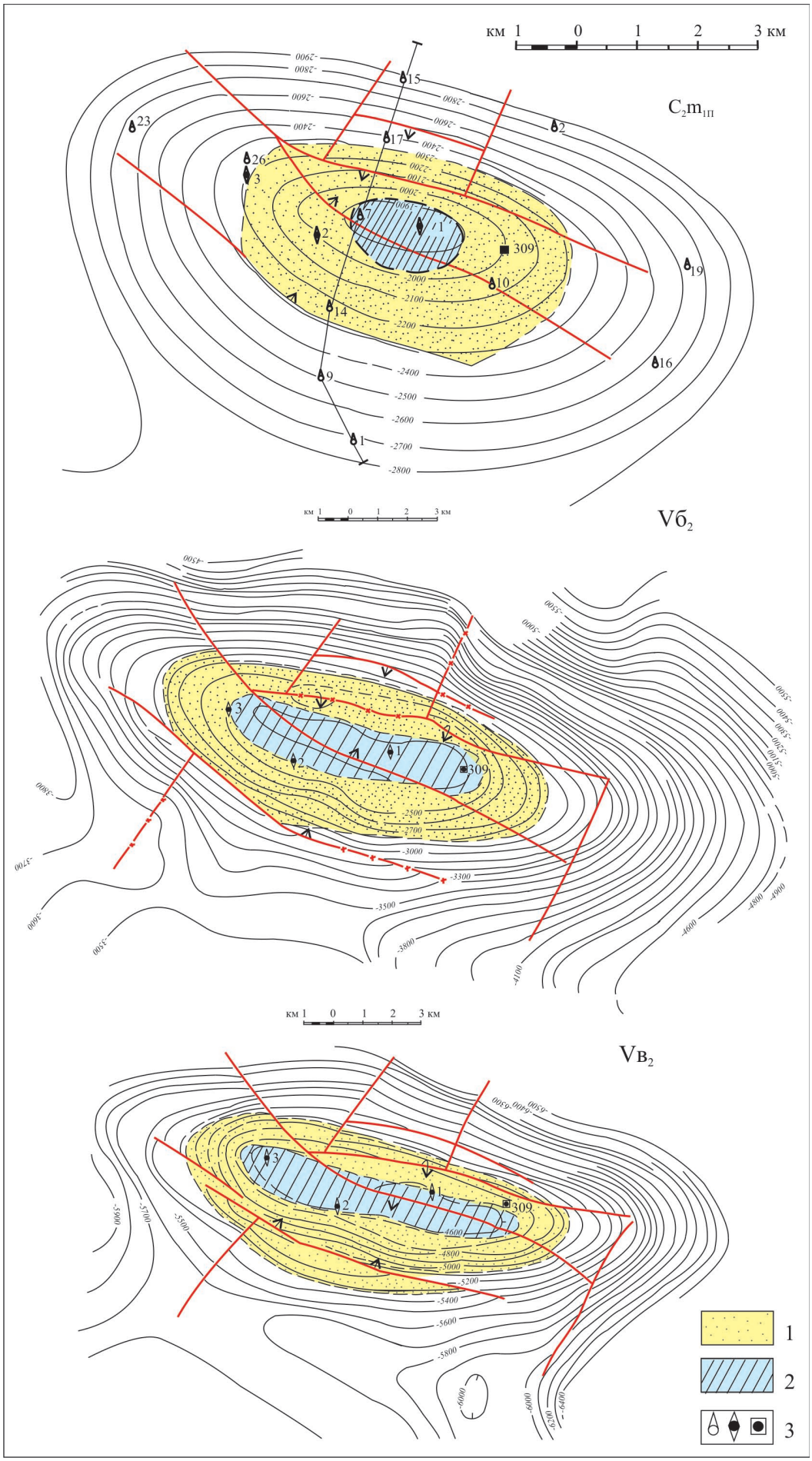



**Рис. 2. Карти ізопахіт стратиграфічних підрозділів як відображення геологічної історії брахіантикліналі:**
а – араукоритовий етап ($C_3^3$), б – пізньопермський етап,
в – тріасовий етап ($T_2$), г – пізньотріасовий етап ($T_3$),
д – неоетап (N+Q),
1 – зона повного розмиву комплексу,
2 – межа поширення перекриваючого комплексу

ній сейсморозвідкою структурній поверхні верхньовізейських горизонтів ($Vb_1$) амплітуда становить усього 1 100 м за розмірів складки 19×9 км (рис. 3). Невідповідність пояснюється тим, що в Дніпровсько-Донецькій западині переважна більшість піднять (понад 80 %) не тільки однонаправлено формувалася, а й частково розформовувалася [5]. Процеси розформування структури (близько 440 м зменшення амплітуди), найвірогідніше, відбувалися на пермському, тріасовому, юрському етапах осадконакопичення та в новітній час (див. рис. 2д). Не виключена можливість, що в цей час у склепінній частині складки існували поклади вуглеводнів, які були зруйновані на крейдовому й палеогеновому етапах.

По горизонту відображення $Vб_2$ брахіантиклінальна складка має розміри 21×10 км і характеризується крутим північним крилом. Амплітуда підняття по замкнутій ізогіпсі –3 550 становить близько 900 м. Складка розбита розривними порушеннями переважно поздовжнього напрямку. На північному крилі для них характерна виражена підкидова кінематика. Наведені параметри майже повністю збігаються зі структурним планом поверхні візейських відкладів, але дещо відрізняються від планів підошви московських відкладів і горизонтів авіловської світи ($C_3^2$), особливо морфологією замкових, шарнірних та присклепінних зон (рис. 3). Співвідношення довгих і коротких осей склепінної (ядерної) зони структурних планів по горизонтах $Vв_1$ і $Vб_2$ виражається в пропорціях 6,7/2,75 і 4,7/2,6 відповідних карт. Тобто умови визначення назви "брахіантикліналь" повністю відповідають зображенням на картах ($Vв_1$ і $Vб_2$). Співвідношення осей на картах вищезалягаючих горизонтів – підошви московського ярусу ($C_2m_{1П}$) і на плані по маркуючому горизонту вапняку $O_2$ авіловської світи ($C_3^2$) становлять 1,6/1,8 і 1,8/1,8, відповідно. Тобто такі співвідношення наближаються до параметрів морфології куполів. Зрозуміло, що антиклінальну й куполоподібну форму в розрізі однієї складки не могла формувати єдина геодинамічна сила. У різні часи це були різні геодинамічні фактори.

По регіональному профілю Мечебилове–Бригадирівка, що перетинає досліджувану структуру, раніше були виконані лінійні розрахунки геодинамічних напруг і тангенціальних рухів




у рифтогенний і пострифтові періоди впоперек ДДЗ на цій ділянці (див. рис. 1.1; табл. 3.1 у праці [3]; табл. 1 у праці [4]). У рифтогенний період у процесі формування Дніпровського та Осьового грабенів по системі глибинних розломів на етапах $D_3f_2$ – $C_1v_1$ відбувся ортогональний до ДДЗ горизонтальний розтяг на відстань до 12–14 км. В окремі хронологічні інтервали цього періоду почалися деформації тангенціального стиснення, що виразилися сходженням блоків до 2 км. Найвірогідніше, це були перерви між девонським і кам'яновугільним періодами, наприкінці ранньовізейського часу. На Новомечебилівській площі порушилася гравітаційна стійкість солі, з чим треба пов'язувати зародження структури поздовж корового розлому. На етапах $C_1v_2$–Q епізодичне тангенціальне стиснення досягло 8 км. Як структура короблення Новомечебилівська антикліналь формувалася в серпуховський вік (співвідношення осей 6,7 і 2,75; див. рис. 3), продовжувала формуватися в башкирський (співвідношення 4,7 і 2,6). У процесі деформацій шарів сіль пасивно заповнювала ядро складки.

Зовсім інші геодинамічні фактори були на московському і пізньокам'яновугільному

**Рис. 3. Структурні карти Новомечебилівської брахіантикліналі по ізогіпсах поверхні (А. Н. Руденко, 1988): $C_2m_{1П}$ – підошви московського ярусу (поверхні башкирського, Г. М. Москаленко, 1976); $Vб_2$ – по горизонту башкирського ярусу (Л. С. Бродська, І. Л. Юрченко, 1988); $Vв_1$ – поверхні візейських відкладів (Л. С. Бродська, 1988):**
1 – присклепінна зона розущільнених порід (за І. С. Рослим, 2003); 2 – зона склепіння складки щільних і надзвичайно щільних порід (І. С. Рослий, 2003); 3 – структурно-пошукові, пошукові та параметрична свердловини

етапах формування структури. Морфологія структурних карт $C_2m_{1П}$ і $C_3^2O_2$, карт ізопахіт та геологічної карти (див. рис. 1, 2, 3) свідчить, що ефективна структуроформуюча тангенціальна дія регіонального стиснення припинилася, але ж структура продовжувала формуватися. Таку динаміку можна пояснити таким чином. Унаслідок вертикальних епейрогенних рухів у грабені продовжувалось інтенсивне осадконакопичення відкладів московського ярусу, пізнього карбону та систем мезозою з швидкістю понад 250 м/млн р. Сіль, пластова стійкість якої була порушена ще на попередніх етапах, почала вичавлюватись у послаблені зони, якою й була Новомечебилівська складка. Амплітуда останньої тепер стала зростати за законом куполоутворення, але успадкованість морфології брахіантикліналі ранніх етапів розвитку все ж збереглася. Такий механізм діяв до антропогенового періоду синхронно з денудацією склепіння та ущільненням порід на крилах. Розривні порушення в зоні складки були закладені ще в рифтогенний період і з кожним геодинамічним навантаженням будь-якої кінематики у відповідних літолого-стратиграфічних комплексах відновлювалися й далі проникали, досягнувши горизонтів верхньокам'яновугільних відкладів. Певною мірою вони впливали на процеси формування й руйнування покладів вуглеводів (ВВ).

**Перспективні напрями дорозвідки структури**

Присклепінний ефект, обґрунтований для антиклінальних і куполоподібних структур ДДЗ, захищений авторським свідоцтвом [5] та оприлюднений у низці публікацій [2, 3] (див. статтю 1), характеризується не тільки зоною високоємних резервуарів, об'єктивно підтверджених численними свердловинами, а й практичними промислово-геологічними даними: у таких зонах добові дебіти нафти чи газу значно вищі (до декількох разів), ніж дебіти в склепінні й на крилах структур-родовищ. Приклади найбільш контрастних даних наведено в табл. 3, вони взяті з повного переліку дебітності свердловин, наведених у табл. 1 [1] і таб. 5.5 [3]. Для присклепінних зон розущільнення переважно характерні також підвищені або високі пластові тиски (АВПТ) [2].

Присклепінні зони великої Новомечебилівської складки до цього часу залишаються майже не дослідженими сучасними сейсморозвідувальними методами й глибокими свердловинами (див. рис. 3). На структурній карті по вапняковому пласту $O_2(C_3^2)$ зона високоємного резервуара частково підтверджується такими даними. Структурно-пошукова свердлвина № 1 розкрила породи авіловської світи в підніжжі структури – замкнутій ізогіпсі південного крила Новомечебилівського підняття. Верхні алевролітопіщанисті горизонти в інтервалі 600–980 м мають абсолютну пористість у середньому 14 % і щільність 2,3 г/см$^3$. Ті само горизонти, розкриті свердловиною № 3 у присклепінній зоні, мають пористість 21,2 %, щільність – 2,17 г/см$^3$. Але на сучасному етапі верхньокам'яновугільні відклади в склепінні гідрогеологічно розкриті й тому безперспективні, а присклепінна зона – можливо, перспективна.

Присклепінна зона підошви московських відкладів порушена системою тектонічних розривів, особливо в її північній частині. За морфологією зона немає суттєво відмінних рис від зони структурного плану верхнього горизонту $O_2$. Однак структурний план горизонту $Vб_2$, що тяжіє більше до середньої частини башкирського ярусу, – це форма антиклінальної складки з відповідними зоною присклепіння й замком. Як зазначалося, наприкінці башкирського віку відбулася перебудова структури підняття внаслідок активізації соляногенних структуроформуючих процесів. Дані про ємнісно-фільтраційні властивості порід присклепінної зони цього плану відсутні, тому що стовбур сверд. 3 опинився вже в зоні склепіння, де вони несприятливі: майже відсутня пористість (0,9–1,4 %), висока щільність порід (до 2,84 г/см$^3$), низькі дебіти водоносних горизонтів (див. табл. 1, 2). У присклепінній зоні всі названі показники очікуються значно вищі, не є винятком, що цей комплекс має певні перспективи промислової нафтогазоносності (див. рис. 3).

Структурний план горизонту відображення $Vв_1$ фактично відповідає покрівлі візейського ярусу й може являти собою структурний план підошви серпуховських відкладів та інших горизонтів цього ярусу. Стосовно плану $Vв_1$ параметрична сверд. 309 і пошукові № 1, 2 і 3 пробурені

**Таблиця 3. Середні добові дебіти нафти й газу (ВВ) умовного об'єкта випробування в зонах нафтогазоносних складок Дніпровсько-Донецької западини (у тоннах умовного палива) [1, 3]**

| Родовище | Поклад, горизонт | Фаза ВВ | Діаметр штуцера | Зони складки | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ліве крило | присклепінна л. | склепіння | присклепінна пр. | праве крило |
| Афанасівське | С-7 | ГК | 6 | н. д. | 102,0 | 96,0 | 149 | н. д. |
| Афанасівське | С-7 | ГК | Абс. вл. | н. д. | 689,0 | 1523,5 | 3678 | н. д. |
| Великобубнівське | Н-9 – В-26 | Н | 5–6 | н. д. | 90,0 | 61,6 | 128,5 | 87,0 |
| Великобубнівське | В-15–20 | ГК | 7–9 | н. д. | 127,7 | 111,4 | н. д. | 180,4 |
| Котелівське | Н-2–5 | ГК | 15,8 | 330,8 | 614,7 | сл. газ. | 492,5 | 255,7 |
| Західноберезівське | С-3–5 | ГК | 8–10 | 298,5 | 410,8 | 36,0 | н. д. | 339,3 |
| Степове | С-3–5 | ГК | 8–10 | 315,4 | 510,5 | н. д. | 503,8 | 331,2 |
| Яблунівське | Т-1 | ГК | 12 | 498,0 | 715,0 | н. д. | 553,5 | 478,2 |
| Семенцівське | Н-3–7 | ГК | 6 | 164,9 | 172,3 | 0,6 | 27,0 | 12,0 |
| Тимофіївське | Т-1 | НГК | 8 | 319,0 | 366,4 | 83,6 | 140,0 | н. д. |
| Андріяшівське | В-18–20 | ГК | 10 | н. д. | 437,5 | 325,1 | 463,4 | 398,4 |
| Солохівське | В-15–20 | ГК | 8 | н. д. | 185,5 | 67,4 | 119,9 | 19,5 |
| Опішнянське | Б-5 – В-17 | НГК | 10 | 688,0 | 247,0 | 320,7 | 260,0 | н. д. |
| Кобзівське | $P_1$ | Г | 8 | 50,0 | 158,8 | 8,8 | 700,0 | н. д. |

*Примітки:* Н – нафта, Г – газ, ГК – газоконденсат, НГК – нафтогазоконденсат, абс. вл. – абсолютно вільний дебіт, н. д. – нема даних.

також у несприятливих умовах склепіння (див. рис. 3). Пористість серпуховських відкладів в інтервалах 3 800–4 800 м становить від 1,4 до 2,15 %, щільність – 2,66–2,73 г/см$^3$; візейські відклади в інтервалах 4 800–5 600 м мають у середньому пористість 0,9–3,6 %, щільність – 2,55–2,84 г/см$^3$ (див. табл. 1). Проте серед пісковиків серпуховського й візейського ярусів трапляються різновиди з пористістю до 7 %. Тобто в зоні розущільнення присклепінної зони, як показує досвід, колекторські властивості порід можуть мати показники у два-три рази вищі й досягати значень 20 %.

Зіставляючи присклепінні зони розущільнення й можливого суттєвого поліпшення колекторських властивостей порід, можна прогнозувати найсприятливіші ділянки для нафтогазонакопичення й рекомендувати на них пошукові свердловини глибокого буріння. Це будуть такі ділянки, де присклепінні зони чотирьох горизонтів збігаються в плані. На Новомечебилівській структурі вони приурочені до південного й північного крил (рис. 4). Першочергової уваги заслуговує південна присклепінна зона, де умови збереження залишкових покладів ВВ набагато кращі, ніж у північній зоні, розбитій поздовжніми й поперечними розривними порушеннями, які час від часу розкривали цю частину структури. Тому збереження тут якихось пасток і покладів у них малоімовірне, але можливе.

У південній присклепінній зоні можливі літологічні пастки, про що свідчить геологічна історія структури раннього й середнього карбону з невеликими перервами осадконакопичення в передбашкирський, передмосковський та передпізньокам'яновугільний часи. Крім того, високі епігенетичні зміни порід у зоні склепіння можна розцінювати як позитивний фактор літолого-епігенетичного екранування скупчень ВВ. Нульова проникність порід склепіння, яка формувалася на активних етапах розвитку структури, фактично перетворила породи у флюїдоупори, що можна розцінювати як критерій запечатаних покладів у виділеній зоні. Епігенетично екрановані поклади газу й газоконденсату можливі в теригенних колекторах московського ярусу, епігенетично й літологічно екрановані – у башкирських, серпуховських та візейських відкладах. Незгідний скид на південному крилі структури, який обмежує частину присклепінної зони, утворює надійну перспективну пастку, де також можливі поклади ВВ. Усі зазначені вище фактори й чинники вказують на необхідність відновлення експериментального глибокого буріння на Новомечебилівській брахіантиклінальній структурі.

**Висновки**

На Новомечебилівській площі в замку брахіантиклінальної складки, поздовж шарніра, свердловинами розкрито розріз надзвичайно щільних порід карбону. Проте присклепінні зони розущільнення на жодному з проаналізованих чоти-

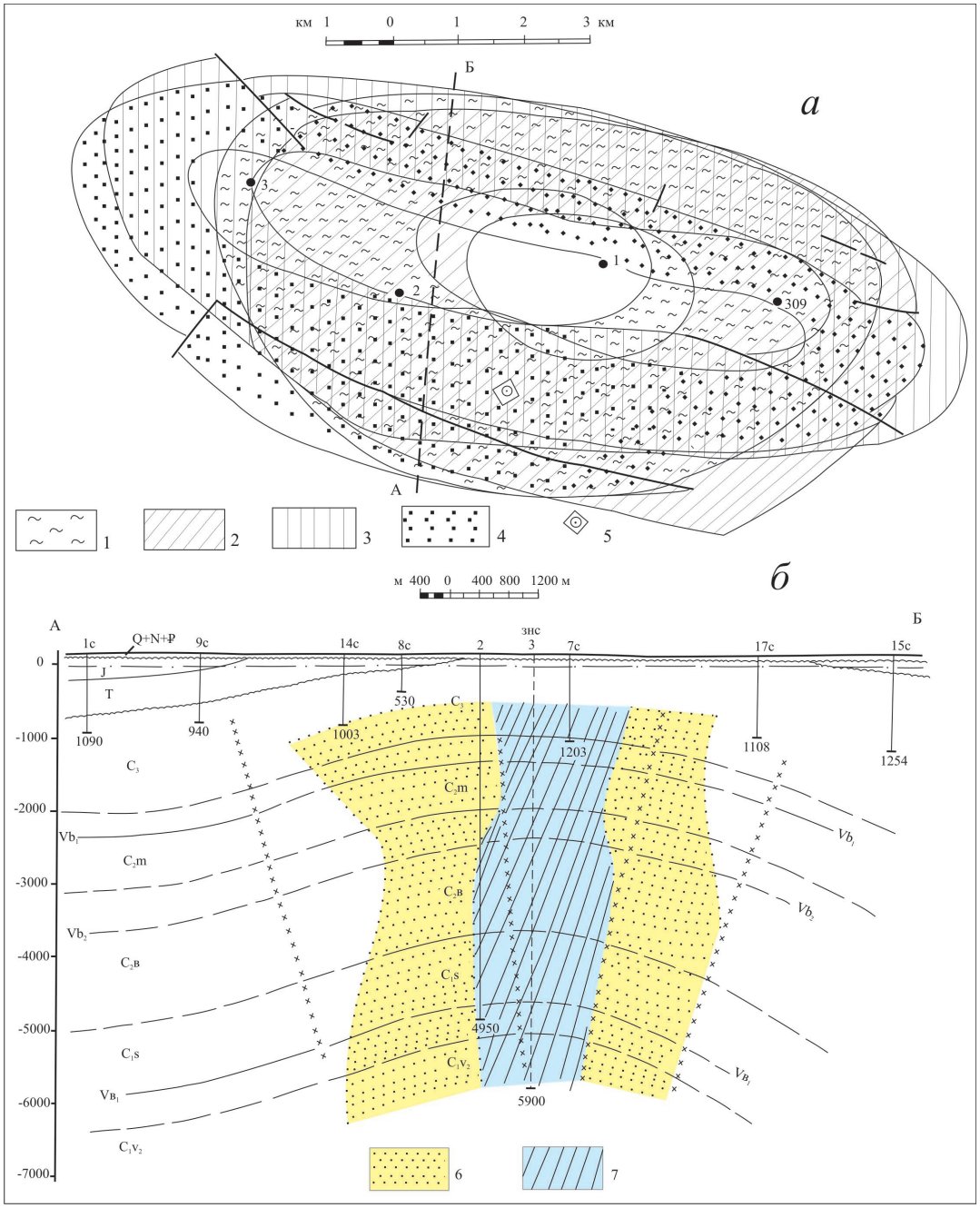



**Рис. 4. Присклепінні зони різновікових горизонтів у плані і розрізі (І. С. Рослий, 2003):**
а – схема зіставлення присклепінних зон у плані; б – присклепінні зони на сейсмогеологічному розрізі 1 – по вапняку $O_2$ авіловської світи ($C_3^2$); 2 – підошви московського ярусу ($C_2m_{1П}$); 3 – по горизонту $Vб_2$ ($C_2b$); 4 – по горизонту $Vв_2$ ($C_1v_2$); 5 – оптимальне місце для параметричної свердловини, 6 – присклепінна зона в розрізі, 7 – зона склепіння щільних порід

рьох базових горизонтів не досліджені й не оцінені. За літологічним складом верхньокам'яновугільні відклади в загальній потужності комплексу складаються з 30 % шарів і прошарків пісковиків, московський ярус – 64 %, башкирський – 27 %, серпуховський – 21 %. Цілком вірогідно, що в зоні розущільнення такі піщанисті пласти можуть виявитися колекторами й бути насиченими ВВ.

Розвиток Новомечебилівської брахіантикліналі відбувався під впливом різнофакторної геодинаміки: на девонських етапах переважав галокінез і тангенціальні блокові рухи фундаменту, у ранньому й середньому карбоні режим коливальних рухів і тангенціального стиснення приводив переважно до конседиментаційного формування підняття, у московський вік, пізньому карбоні та ранній пермі внаслідок активного галокінезу, тангенціальних напруг та горизонтальних рухів відбувався переважно постседиментаційний приріст амплітуди. Спокійний режим осадконакопичення існував на тріасовому й юрському етапах, коли структура не розвивалася; надзвичайно активний режим постседиментаційного структуроутворення тривав протягом крейдового й палеогенового геодинамічних етапів. Отже, у геологічній історії Новомечебилівської складки діяли три геодинамічні фактори: тектогенний, соляногенний та екзогенний. Загалом за всю геологічну історію приріст амплітуди брахіантикліналі становив близько 1 540 м, з яких протягом пізньої пермі, тріасу, юри та антропогену було розформовано до 440 м амплітуди, тобто параметр розформування становить близько 30 %. Складка може бути типовим прикладом полігенетичних структур ДДЗ.

Найсприятливіші умови для нафтогазонакопичення утворилися в присклепінній зоні структури, зокрема в горизонтах середнього й нижнього карбону (що відповідають поверхні $C_2b_2$, гор. $Vб_2$ й $Vв_2$). Першочергової уваги заслуговують південні присклепінні зони, які збігаються в плані. Тут умови збереження залишкових покладів ВВ набагато кращі, ніж у північних зонах, що розбиті поздовжніми й поперечними розривними порушеннями. На південному крилі структури можливі літологічні пастки, а глибокі епігенетичні зміни порід з їх нульовою проникністю в зоні склепіння можна розцінювати як позитивний фактор епігенетичного екранування – породи склепіння фактично були перетворені у флюїдоупори. Тому в присклепінній зоні запечатані літолого-епігенетично екрановані поклади газу й газоконденсату можливі в теригенних колекторах московського ярусу, епігенетично й літологічно екрановані – у башкирських, серпуховських та візейських відкладах. Незгідний скид на південному крилі структури, який обмежує частину присклепінної зони, утворює надійну перспективну пастку, де також можливі поклади ВВ. Глибокі свердловини необхідно розмістити на ділянці збігу присклепінних зон усіх чотирьох горизонтів і на тектонічно екранованому блоці. Експериментальні параметрична й пошукові свердловини, завглибшки до 4 600–5 000 м можуть вирішити два принципово важливі завдання:

– чи відповідає літологічний розріз присклепінних зон різних горизонтів карбону фізичним і промисловим властивостям, аналогічно тим, які наведені в джерелах [2, 3 і 5] і табл. 3;

– чи існують пасткові умови, чи є поклади та де місця можливих скупчень ВВ.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гладун В., Рослый И.* Динамика развития структур и методическое значение присводовых зон для эффективных поисково-разведочных и эксплуатационных работ на нефть и газ//Проблемы геодинамики и нефегазоносности Черноморско-Каспийского региона: Сб. докл. V Междунар. конф. "Крым-2003". Симферополь, 2004. С. 90–98.

2. *Рослый И.* С. Закономерности распределения физических свойств пород Шебелинского месторождения//Геология нефти и газа. 1992. № 10. С. 12–15.

3. *Рослий І. С.* Регіональний рифтогенез, геодинаміка і нафтогазоносність Дніпровсько-Донецького авлакогену. Монографія. К.: УкрДГРІ, 2006. 330 с.

4. *Рослий І.*, *Стрижак В.* Геодинаміка Дніпровського грабена на девонсько-кам'яновугільних етапах розвитку//Геолог України. 2008. № 1–2. С. 66–72. № 3. С. 99–10 (доповнення).

5. Способ определения мест заложения поисковых и разведочных скважин на антиклинальных поднятиях//И. С. Рослый. Авт. свид. SU 1659944A1, СССР, W01V9/00. № 4704494/25. М., 1991. 5 с.

Рукопис отримано 11.04.2012.

МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ

Редакція приймає оригінальні, раніше не опубліковані статті геологічної, геолого-мінералогічної та технічної тематик.

Статті слід надсилати в друкованому (два примірники) й електронному вигляді, бажано українською мовою. Електронний варіант приймається на компакт-диску чи електронною поштою.

Обсяг однієї наукової статті – до 12 стор. машинопису через 2 інтервали (разом з табл., фото, рис. та підписами до них, бібліографічним списком, анотацією), оглядової – 6–7 стор., інформаційного повідомлення – 3–4 стор.

До рукопису необхідно додати акт експертизи й такі відомості про автора/авторів: прізвище, ім'я та по батькові (повністю); учене звання й учений ступінь; посада чи професія; місце роботи (назва установи чи організації); адреса місця роботи, номер телефону; адреса місця проживання, номер телефону, електронна адреса.

До кожної статті обов'язково навести: номер УДК, анотацію (мовою оригіналу та бажано англійською), бібліографічний список за алфавітом (оформлений відповідно до сучасних вимог), рисунки, таблиці та підписи до них (окремі файли).

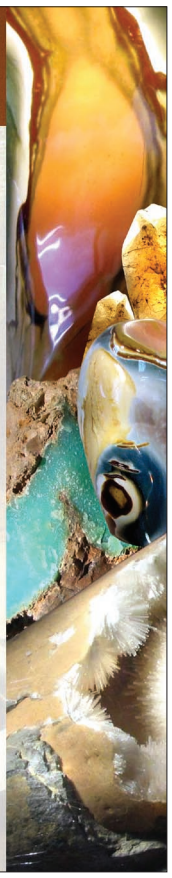
Комп'ютерні макети рисунків приймаються в разі дотримання таких умов.

Растрова графіка: чорно-біле зображення – *.tif чи *.psd (Adobe PhotoShop); повнокольорове зображення – *.tif, *.eps, *.psd-формат, розрізнення 300 dpi. Кольорова модель CMYK, чорний колір в одному каналі.

Векторна графіка: файли формату *.ai, *.eps (Adobe Illustrator) чи *.cdr (Corel Draw). Використані шрифти мають бути подані окремо або переведені в криві. Растрову графіку до векторного макета не заносити.

• Редколегія може не поділяти думки автора.

• Автори відповідають за точність викладених фактів, даних, цитат, бібліографічних довідок, написання географічних назв, власних імен, геологічних термінів тощо.



УДК 550.834

**Е. Е. ПРИХОДЧЕНКО,** ведущий научный сотрудник,
**Р. И. БОДНАРУК,** заведующий сектором моделирования (ГП "Науканефтегаз")

# ПРИМЕНЕНИЕ ОБЪЕМНОЙ ГЛУБИННОЙ МИГРАЦИИ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СТРУКТУРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ЗОН СЛОЖНОГО ТЕКТОНИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

*(Матеріал друкується мовою оригіналу)*

Для построения качественных геологических моделей в условиях сложного тектонического строения, развития солянокупольной тектоники, а также существенно искривленных отражающих границ применяется метод объемной престековой глубинной миграции сейсмических данных.

В результате работы над цифровой геологической моделью Южно-Осташковичского (Республика Беларусь) нефтяного месторождения, которое характеризуется сложным тектоническим строением, была разработана методика построения структурно-тектонических схем месторождений, подобных по строению, на основе данных, полученных в результате глубинной престековой сейсмической миграции.

The important step is to use volumetric pre-stack depth migration of seismic data to construct high-quality geological models for complicated tectonic zones, the development of salt-dome tectonics, substantially curved reflectors.

As a result of building the digital geological model of the South-Ostashkovichskogo oil field (Belarus), which is characterized by a complex tectonic structure, has developed methods of structural-tectonic deposits schemes similar / similar structure, based on data derived from deep seismic pre-stack migration.

В настоящее время в практике сейсморазведки основой интерпретации и прогноза является отраженная компонента сейсмического волнового поля, формируемая на резких границах геологической среды (метод общей глубинной точки – МОГТ). Этот подход обеспечивает приемлемое качество прогноза залежей углеводородов для традиционного порового коллектора, расположенного на небольших глубинах верхней части осадочного чехла. Однако для нетрадиционных глубокозалегающих коллекторов трещинно-порового и трещинно-кавернозного типов, приуроченных, как правило, к кровле фундамента методы, использующие отраженные волны, неэффективны. Это объясняется тем, что зоны трещиноватости, формирование которых контролируется преимущественно дизъюнктивной тектоникой и процессами выщелачивания, не формируют регулярных сейсмических отражений, но являются источником повышенного поля рассеянных (дифрагированных) волн. То, что эти источники не входят в структуру стандартных сейсмических (временных) разрезов, связано с трудностями их выделения на фоне отраженных волн, превосходящих их по амплитуде на 1–2 порядка.

Интерпретация данных сейсморазведки МОВ в сложных геологических условиях требует хорошего сейсмического изображения, которое можно получить, только если поле скоростей известно с высокой точностью. При наличии изменений скорости по латерали для установления истинных глубин и геометрии структур необходима глубинная миграция до суммирования по ОГТ (prestack depth migration, PSDM). Глубинная миграция до суммирования является одним из ключевых сейсмических методов для улучшения обнаружения нефти, особенно там, где геологические неоднородности, такие как соляные купола и тектонические нарушения, требуют качественных сейсмических изображений.

## Особенности практического использования и результаты 3D PSDM

Теория сейсмической миграции предполагает преобразование в изображение среды сейсмических данных, содержащих исключительно однократно отраженные и рассеянные волны. Наличие в исходных сейсмических данных волн любого другого типа будет приводить к появлению на результатах миграции регулярных и нерегулярных помех. Отсюда следует требование подавления (фильтрации) перед миграцией волн всех других типов, включая запись интенсивной зондирующей волны (прямой или рефрагированной), поверхностных волн, а также кратных отраженных. Кроме того, теоретическая модель предполагает использование калиброванных, мгновенно действующих источников колебаний, образующих зондирующую волну типа функции Грина. Нетрудно видеть, что все указанные условия, включая отсутствие искажающего влияния на сейсмические записи верхней части разреза, призвана обеспечить традиционная временная обработка, включающая процедуры разнообразной частотной фильтрации, деконволюции, амплитудной балансировки, статической коррекции, а также подбор мьютинга, отсекающего интенсивные волны первых вступлений. Отсюда следует, что подготовка данных для миграции лежит в русле традиционной обработки во временной области.

Другое требование практической реализации миграции состоит в использовании опорной глубинно-скоростной модели изучаемой неоднородной среды. Для оценки опорной глубинно-скоростной модели в настоящее время широко используются способы ее послойного восстановления на основе предварительно выполненного прослеживания основных сейсмических горизонтов, отвечающих отражающим/преломляющим границам. Указанное прослеживание выполняется, как правило, по накопленным (суммарным) кубам сейсмических данных после проведенной стандартной временной обработки. При прослежива-

© О. Е. Приходченко, 2012

нии используются имеющиеся априорные представления о геологическом строении среды, оценки скоростей суммирования, полученные в ходе обработки, а также имеющиеся скважинные данные. Как правило, основным объектом, использующимся для подбора пластовых скоростей, являются сейсмограммы общей средней точки.

Приведем некоторые практические примеры результатов глубинной миграции, относящиеся к зонам сложного тектонического строения

На рис. 1 представлены Inline-сечения сейсмических кубов, полученных в одном из районов Астраханского свода: временной 3D-миграции после суммирования и 3D PSDM. Применение 3D PSDM в данном районе, характеризующемся соляной тектоникой и сложным геологическим строением, позволило существенно улучшить качество прослеживания целевых границ под соляным телом, а также уточнить положение стенок соляного тела. При расчетах была использована версия 3D PSDM на основе постановки.

В настоящее время реализация Кирхгофа 3D-глубинной сейсмической миграции до суммирования прочно вошла в стандарт обработки 3D-сейсмических данных многократных перекрытий. Одной из основных проблем является многолучевое распространение волн и наличие зон геометрической тени в средах со сложным строением. Связанные с ними сложные амплитудные эффекты требуют корректного учета.

В рамках миграции Кирхгофа возможности такого учета ограничены. Это стимулировало разработку альтернативных методов миграции, не использующих геометролучевого приближения. Обширный опыт практического применения в различных

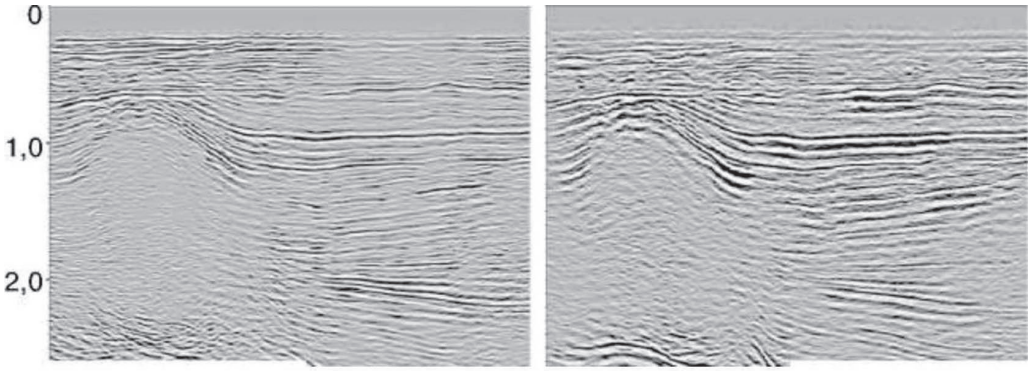



**Рис. 1. Пример сравнения сечений кубов 3D-миграции:**
а – временной Poststack; б – глубинный Prestack

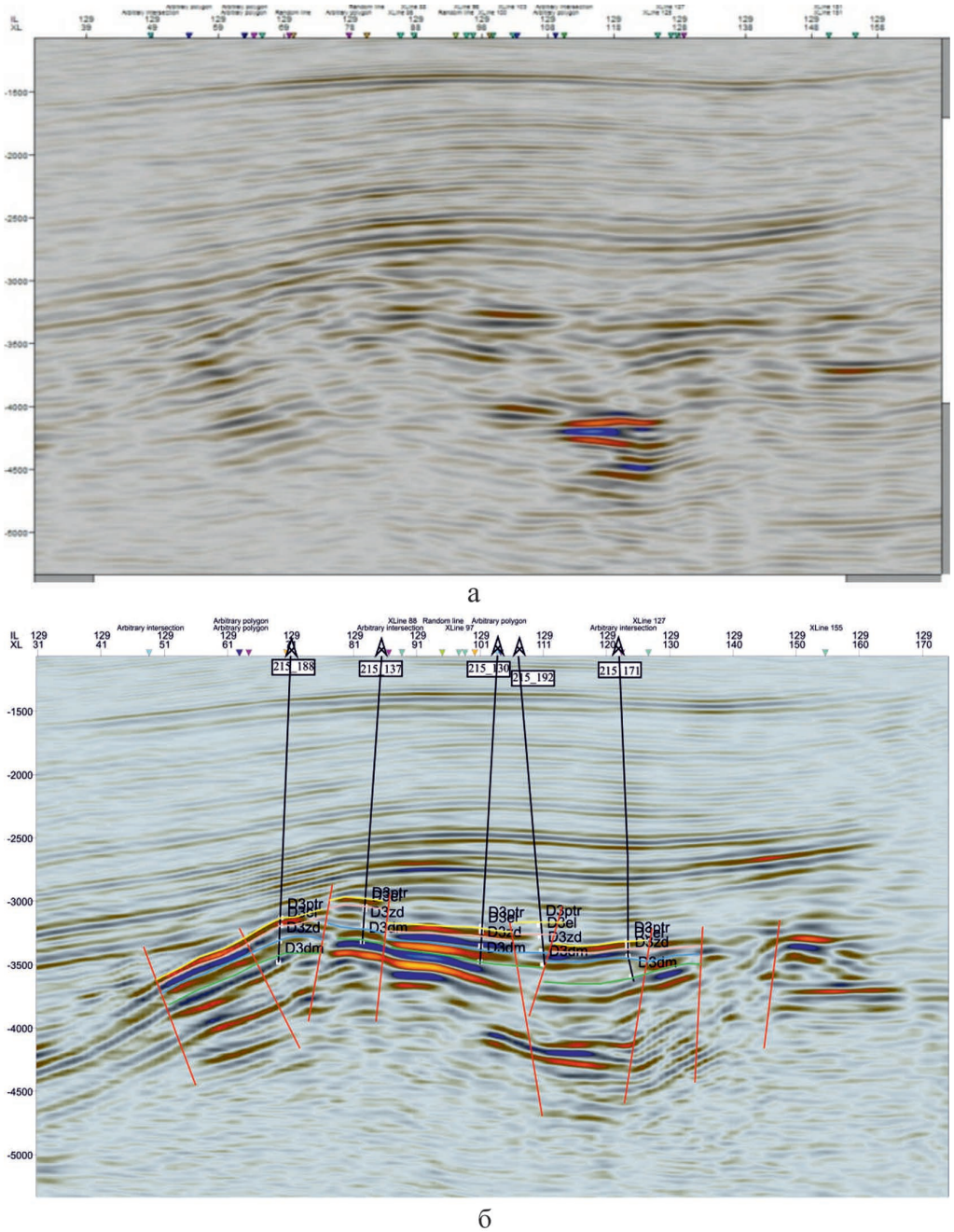



**Рис. 2. Фрагмент сейсмического разреза (Inline 129) по 3D кубу:**
а – глубинный куб – *Poststack migration*; б – глубинный куб – *Pretstack migration* с вынесенными линиями корреляции и тектоническими нарушениями

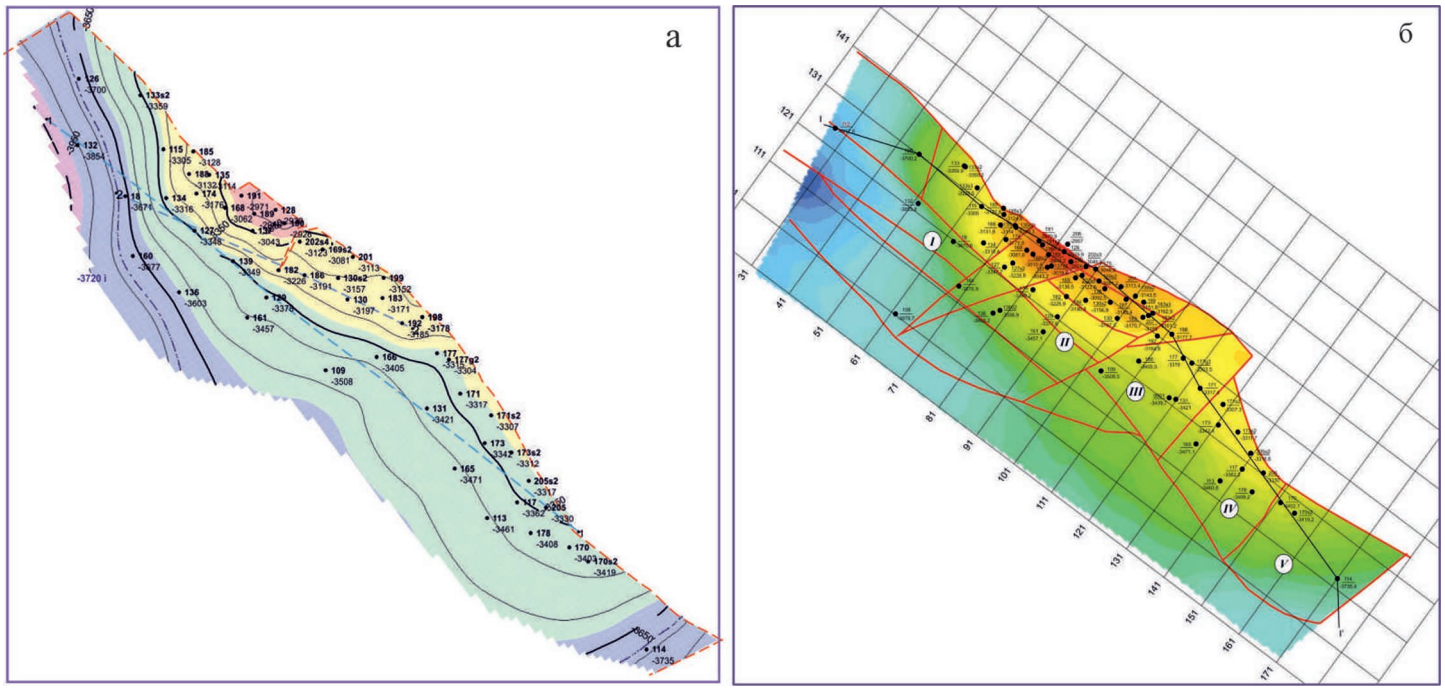



**Рис. 3. Тектоническая схема Южно-Осташковичского месторождения:**
а – до уточнения по результатам *куба 3D Prestack migration* и б – после

сейсмогеологических условиях и регионах проведения геологоразведочных работ свидетельствует о ее высокой эффективности в областях со сложной тектоникой и формой отражающих границ.

**Результаты интерпретации данных сейсмического куба 3D Prestack migration**

Рассмотрим преимущества 3D Prestack migration на примере Южно-Осташковичского месторождения (республика Беларусь). Южно-Осташковичское месторождение расположено в пределах опущенного крыла центральной части Речицко-Вишанской тектонической зоны поднятий северо-восточной части Припятской впадины [1]. По поверхности межсолевых отложений Южно-Осташковичская структура представляет собой полусвод, ограниченный с севера зоной отсутствия межсолевых отложений, с востока структура ограничена высокоамплитудным нарушением (амплитуда около 410 м).

На рис. 2 представлены для сравнения два фрагмента сейсмического разреза (миграция после суммирования и миграция до суммирования). Результирующий мигрированный куб (*Pretstack migration*) имеет удовлетворительное соотношение сигнал/помеха. Отчетливо можно выделить сложные структурные элементы: клиноформные структуры, приштоковые и внутриштоковые отражения (рис. 2). Это свидетельствует об удачном подборе скоростной модели для выполнения процедур глубинной миграции.

В дальнейшем были выполнены структурные построения: построена тектоническая схема данного месторождения, а также прокоррелированы четыре стратиграфических горизонта. Этап построения структурно-тектонического каркаса месторождения, является одним из первоначальных для получения полной цифровой геологической, а в дальнейшем и гидродинамической модели. Поэтому на этом этапе важна точность структурных построений, точность обнаружения и трассировки зон тектонических нарушений, а соответственно и их правомерность.

В результате проведенной роботы получилось, что структура имеет более сложное структурно-тектоническое строение, чем представлялось ранее. Выделены и протрассированы тектонические нарушения как при их визуальном обнаружении на разных сечениях сейсмического куба, так и с использованием других приемов, входящих в состав процедур в использованном пакете программ (Petrel).

В результате сопоставления, анализа и интерпретации полученных данных с учетом проведенной корреляции стратиграфических горизонтов была построена новая схема тектонических нарушений. Существенной отличительной чертой данной схемы является вытянутость разломов с юго-восточного направления на северо-запад. В результате выделения дополнительных нарушений Южно-Осташковическое месторождение разбивается на отдельные небольшие тектонические блоки (рис. 3). В новой схеме тектонических нарушений были учтены скважинные данные по нарушениям, что является обязательным условием при всех построениях в рамках структурно-тектонической и геологической моделей.

Результатами уточнения структурно-тектоничекого строения Южно-Осташковичского месторождения в рамках геологической модели являются: 1) зона регионального тектонического нарушения; 2) выделена зона отсутствия межсолевых отложений; 3) построены структурные карты по поверхностям межсолевых отложений по горизонтам D3ptr, D3el, D3zd, D3dm.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аки К., Ричарде П.* Количественная сейсмология//М.: Мир, 1984. Т. 1–2.

2. *Махнач А. А.* Постседиментационные изменения межсолевых девонских отложений Припятского прогиба. Минск: Наука и техника, 1980. 200 с.

3. *Цалко П. Б, Мартынцив О. Ф., Пахольчук А. А.* Карбонатные коллекторы нефтяных залежей Припятского прогиба. Минск: Наука и техника, 1986. 180 с.

4. *Sun Y., Qin F., Checkles S., Leveille J. P.* 2000. 3-D prestack Kirchhoff beam migration for depth imaging: Geophysics, 65, 5. 1592. 1603.

Рукопис отримано 21.11.2012.

УДК 553.98:551.247(477.5)

**С. В. ГОШОВСКИЙ,** д-р техн. наук, профессор, директор,
**А. В. ЗУРЬЯН,** заведующий лаборатории (УкрГГРИ)

# ЭФФЕКТ "НОЧНОГО НАГРЕВА" СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА – КРИТЕРИИ И ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

*(Матеріал друкується мовою оригіналу)*

Альтернативная энергетика все увереннее занимает место в ряду традиционных источников энергии. Одной из самых простых, эффективных и доступных считается система подогрева воды для горячего водоснабжения на основе солнечных коллекторов. Но вместе с тем, приобретая и устанавливая оборудование импортного производства, не всегда уделяется должного внимания адаптации его к условиям эксплуатации в наших широтах. Кроме того, следует подчеркнуть, что полностью отсутствует методология интеграции к существующим системам энергообеспечения в наших климатических и коммунально-производственных условиях.

Украинским государственным геологоразведочным институтом (УкрГГРИ) проведена научно-исследовательская работа по устранению установленных недостатков и разработке методических и технических средств для использования возобновляемых источников энергии в наших условиях. Результатам одного из экспериментов, проводимых лабораторией инновационных технологий института, и выводам на основе полученных данных посвящена данная статья.

Alternative energy forms take the place confidently in a number of traditional energy resources. One of the most simple, effective and accessible, it is considered heating system of water for hot water supply on basis of solar collectors. But, at the same time getting and installing equipment of imported production, not always given due attention of it adaptation to operational environment in our latitudes. In addition it should be emphasized, that methodology of integration stay out fully to existing energy supply system in our climate, and communally – productive conditions.

Ukrainian State Geological Research Institute (UkrSGRI) held a research engineering to canceling the defects and development of methodological and technical means for the using the renewable energy sources in our conditions. The article of the magazine is devoted the results one of the experiments, based on the received data, that took place in the Laboratory Institute of innovative technology.

В процессе исследовательской работы была создана экспериментальная гелиосистема, позволяющая преобразовывать солнечную энергию в тепловую энергию и обеспечивать подогрев воды в системе горячего водоснабжения института (рис. 1).

Конструктивно система состоит из двух независимых гелиосистем, суммарной производительностью 400 л горячей воды в сутки. Для управления работой системы было разработано программное обеспечение, позволяющее управлять гелиосистемами по заданному алгоритму, а также на протяжении суток пошагово опрашивать датчики в контрольных точках, фиксировать показания датчиков и строить графики работы системы в различных масштабах с выводом информации на монитор.

Разработанное программное обеспечение позволило как эффективно управлять работой системы, так и проводить научно-исследовательскую работу, направленную на повышение эффективности работы системы.

В процессе построения графиков изменения температур (t °C) в системе гелиоколлекторов на протяжении суток в течение года было установлено необъяснимое повышение температуры в ночное время. Данная аномалия была впоследствии названа нами "ночным нагревом солнечного коллектора" (ННСК).

На рис. 2 приведен пример показаний температурных датчиков в течение трех дней ноября месяца. На графике видно, что повышение температуры на коллекторе № 1 наблюдалося в ночное время 20 и 22 ноября.

Цель проводимого нами исследования заключался в том, чтобы экспериментально определить условия, при

**Рис. 1. Экспериментальная гелиосистема, созданная лабораторией инновационных технологий УкрГГРИ**

© С. В. Гошовський, 2012

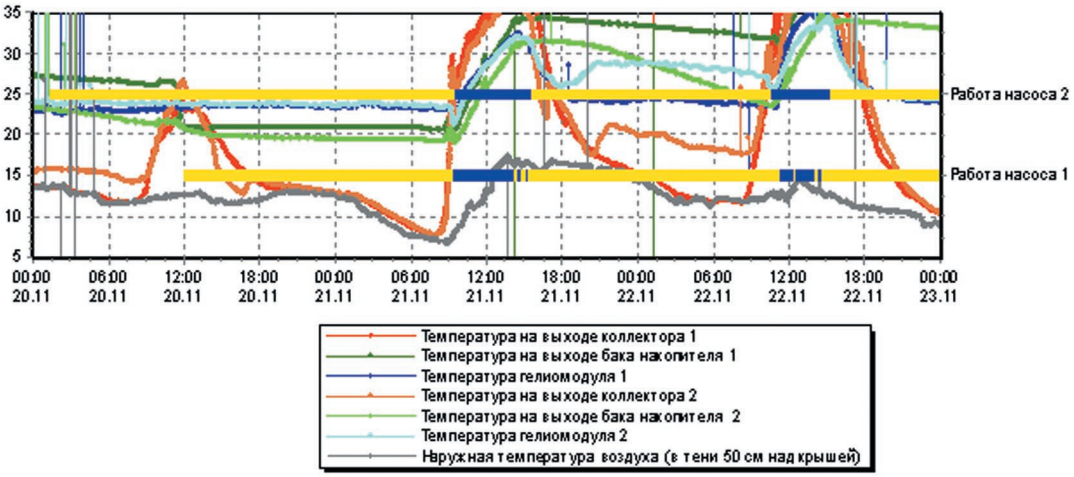



**Рис. 2. График изменения температур в контрольных точках системы гелиоколлекторов в период с 20 ноября по 23 ноября**

которых возникает ННСК, и причины, которые его вызывают, а также на основе практически полученных данных рассчитать эффективность работы гелиосистемы.

Основными условиями проведения эксперимента были:

– угол наклона обоих коллекторов 45°;

– оба коллектора работают независимо друг от друга.

Оборудование:

– солнечный коллектор IM-HP-O58-1800-30 на поворотном устройстве;

– солнечный коллектор IM-HP-O58-1800-30, установленный стационарно;

– аккумулятор тепла гелиосистемы № 1 –200 л;

– аккумулятор тепла гелиосистемы № 2 –200 л;

– теплоноситель – пропиленгликоль 30 %.

Перед началом проведения эксперимента было учтено, что данный эффект появляется периодически. Поэтому при составлении алгоритма проведения исследования была технически реализована возможность контроля термобарических изменений, вызывающих данную аномалию, а также смонтировано независимое от гелиосистемы устройство, позволяющее оценить появление какого-либо излучения, вызывающего повышение температуры на теплообменнике тепловой трубы вакуумной трубки. Это позволило исключить влияние внешних источников тепла и излучения в стационарном и динамическом состоянии.

Полученные результаты эксперимента позволили математически определить потери тепла вследствие ННСК системой аккумулирования тепловой энергии:

$Q = Gc(tr-tx)$,

где G – скорость циркуляции теплоносителя, кг/ч;

c – теплоемкость теплоносителя, кДж/(кг °C)';

tr – температура теплоносителя в горячей ветви системы (на выходе из аккумулятора тепла), °C;

tx – температура теплоносителя в холодной ветви системы (на входе в аккумулятор тепла), °C.

Если принять за:

tr1 – температуру теплоносителя на выходе из аккумулятора тепла при условии отсутствия возможности циркуляции теплоносителя;

tx1 – температуру теплоносителя на входе в аккумулятора тепла при условии отсутствия возможности циркуляции теплоносителя;

tr2 – температуру теплоносителя на выходе из аккумулятора тепла при условии возможности циркуляции теплоносителя;

tx2 – температуру теплоносителя на входе в аккумулятор тепла при условиях возможности циркуляции теплоносителя, то при проведении эксперимента в условии отсутствия возможности циркуляции теплоносителя разница температур tr1 – tx1 была равна 1 °C, а при проведении эксперимента при условии возможности циркуляции теплоносителя температур tr2 – tx2 была равна 6 °C.

А также если учесть, что:

G – скорость движения теплоносителя в обеих системах одинакова, так как:

– используется один и тот же насос;

– в обоих экспериментах используется один и тот же фитинг;

– в обоих случаях используется одна и та же гелиоустановка;

– теплоемкость теплоносителя в обоих случаях одинаковая, то потери теплоты в первом случае будут равны:

$Q1 = Gc (tr1-tx2)$,

а потери теплоты во втором случае будут равны:

$Q2 = Gc (tr2-tx2)$,

соотношение $Q2/Q1 = K$ – коэффициент потерь вследствие ННСК.

В нашем случае

$K = Q2/Q1 = Gc (tr2-tx2)/Gc (tr1-tx1) = (tr2-tx2)/(tr1-tx1) = 6$,

$K = 6$.

Следовательно, потери теплоты вследствие ННСК в ходе проведения эксперимента оказались как минимум в 6 (шесть) раз больше, чем при естественном охлаждении аккумулятора тепла в ночное время. А так как разница температур tr2-tx2 в период проведения эксперимента достигала 10 °C, то можно сделать предположение, что коэффициент K может находиться в пределах $6 < K > 10$.

Количество тепловой энергии, которое необходимо для нагревания воды в аккумуляторе тепла, определяется по формуле

$Q = mc (tr-tx)$,

где m – масса воды, кг;

c – теплоемкость воды, кДж/(кг °C)',

tr – температура воды в аккумуляторе тепла после окончания нагрева), °C;

tx – температура воды в аккумуляторе тепла до начала нагрева, °C.

Если принять за:

tr1 – температура воды в аккумуляторе тепла 2 по окончании нагрева в дневное время;

tx1 – температура воды в аккумуляторе тепла 2 до начала нагрева в дневное время;

tr2 – температура воды в аккумуляторе тепла 2 до охлаждения в ночное время вследствие ННСК;

tx2 – температура воды в аккумуляторе тепла 2 после охлаждения в ночное время вследствие ННСК, то при проведении эксперимента в период с 08.00 26 ноября по 14.00 26 ноября получаем

$tr1-tx1 = 33–23 = 10$ °C,

а при проведении эксперимента в период с 23.00 26 ноября по 07.00 27 ноября получаем

$tr2-tx2 = 32–27 = 5$ °C.

Данные измерений приведены на рис. 3.

Количество тепловой энергии, необходимое для нагревания воды в аккумуляторе тепла:

$Q1 = mc (tr1-tx2)$,

а потери тепловой энергии во втором случае будут равны:

$Q2 = mc (tr2-tx2)$,

$Q1/Q2 = Gc (tr1-tx1)/Gc (tr2-tx2) = (tr1-tx1)/(tr2-tx2) = 2$.

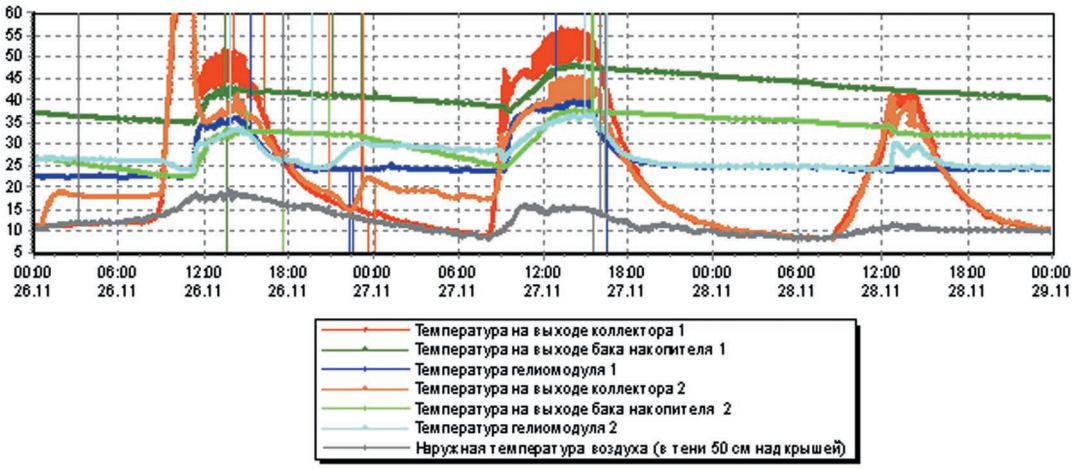



**Рис. 3. График изменения температур в контрольных точках системы гелиоколлекторов в период с 26 ноября по 29 ноября**

Таким образом, был сделан вывод, что вследствие эффекта ННСК теряется 50 % тепла, выработанного гелиоустановкой в дневное время.

В ходе проведения эксперимента было определено, что ННСК вызван не внешними источниками тепла или излучения, которые могли бы повышать температуру на тепловой трубе вакуумной трубки солнечного коллектора или на теплообменнике, а физическими процессами, которые протекают непосредственно в гелиосистеме. А именно обратной циркуляцией жидкости, которая возникает вследствие разности температур между аккумулятором тепла и теплообменником солнечного коллектора, установленных на разных высотах. Экспериментально было подтверждено, что данные процессы протекают при отсутствии преград на пути движения жидкости (закрытых кранов, задвижек, клапанов и т. п.).

Кроме этого, в процессе проведения исследования было обращено внимание на физические параметры, которые существенно влияют на потери тепла в ночное время при возникновении эффекта ННСК.

Тепловые потери гелиоустановки определяется равенством

$Q = Gc\,(t_r - t_x)$.

Скорость циркуляции теплоносителя G может быть найдена из соотношения

$G = 3600\,fwp$,

где f – площадь сечения трубопровода;

w – линейная скорость теплоносителя в трубопроводе, м/с;

p – плотность теплоносителя, кг/м$^3$.

Линейную скорость теплоносителя в трубопроводе можно найти, исходя из законов гидродинамики. Если принять линейный закон изменения плотности теплоносителя в зависимости от высоты рабочей части обогреваемого аппарата $h_a$ (м), а также от высоты змеевика $h_п$ (м), то напор, определяющий движение теплоносителя в системе, составит

$P = gH(p_x - p_r)$,

где $H = h + 0{,}5(h_a + h_п)$;

h – высота, определяющая положение обогреваемого аппарата над котлом, м;

$p_x$ и $p_r$ – плотности теплоносителя соответственно в холодной и горячей ветви системы, кг/м$^3$.

Сопротивление горячей и холодной ветвей циркуляционной системы может быть выражено в виде

$$\Delta p_x + \Delta p_r = \frac{p_x w_x^2}{2}\left(1+\sum\xi_x\right) + \frac{p_r w_r^2}{2}\left(1+\sum\xi_r\right),$$

где $w_x$ и $w_r$ – линейная скорость теплоносителя соответственно в холодной и горячей ветви, м/с;

$\Sigma\xi_x$ и $\Sigma\xi_r$ – сумма сопротивлений соответственно холодной и горячей ветви.

При одном и том же сечении трубопровода в холодной и горячей ветвях, согласно закону неразрывности потока, $w_x p_x g == w_r p_r g$. Следовательно,

$$w_r = w_x p_x / p_r .$$

Подставляя найденное значение $w_r$, получим

$$\Delta p_x + \Delta p_r = \frac{w_x^2 p_x^2}{2}\left(\frac{1+\sum\xi_x}{p_x}\right) + \left(\frac{1+\sum\xi_r}{p_r}\right).$$

При установившемся процессе

$$\Delta p_x + \Delta p_r = \Delta p = gH\,(p_x - p_r).$$

Следовательно,

$$w_x = \frac{1}{p_x}\sqrt{\frac{2gH\,(p_x - p_r)}{(1+\sum\xi_x)/p_x + (1+\sum\xi_r)/p_r}}.$$

Из соотношения можно сделать вывод, что тепловые потери гелиосистемы за счет эффекта ННСК возрастают в следующих случаях:

– с увеличением разности высот расположения солнечного коллектора и накопителя тепла;

– с увеличением разности плотностей теплоносителей в холодной и горячей ветвях.

С ростом гидравлических сопротивлений системы тепловые потери в ночное время уменьшаются.

Условия, при которых происходит циркуляция теплоносителя в ночное время суток, вследствие чего происходит ННСК:

– физическая возможность циркуляции жидкости;

– накопитель тепла должен находиться ниже солнечного коллектора;

– температура в аккумуляторе тепла должна превышать температуру воздуха вблизи солнечного коллектора.

Также при проведении анализа полученных графиков дополнительно с эффектом ННСК были выявлены другие аномалии в работе системы. Так при проведении экспериментов был установлен эффект принудительного охлаждения воды в аккумуляторе тепла в период низкой солнечной активности в течение дня (рис. 4). Время, при котором была обнаружена данная аномалия, 12.30–15.00 28 ноября.

Результаты измерений, представленные на графике, свидетельствуют о том, что согласно установленной универсальной программе для контроллера, который управляет механизмами гелиосистемы:

– при достижении разницы температур t2-t4 = 7 °C включается насос гелиомодуля и начинается циркуляция теплоносителя по замкнутому кругу “гелиоколлектор-аккумулятор тепла-гелиоколлектор”;

– при достижении разницы температур t2-t4 = 2 °C насос гелиомодуля выключается и циркуляция теплоносителя прекращается.

Как видно на рис. 4, цикл включения и выключения насоса повторяется за указанный период четыре раза. Такой алгоритм включения насоса должен обеспечивать постепенный нагрев воды в аккумуляторе тепла и был бы полезен при нахождении гелиосистемы в районах, южнее широты Крыма.

Из графика на рис. 4 видно, что вместо нагрева воды происходит ее охлаждение

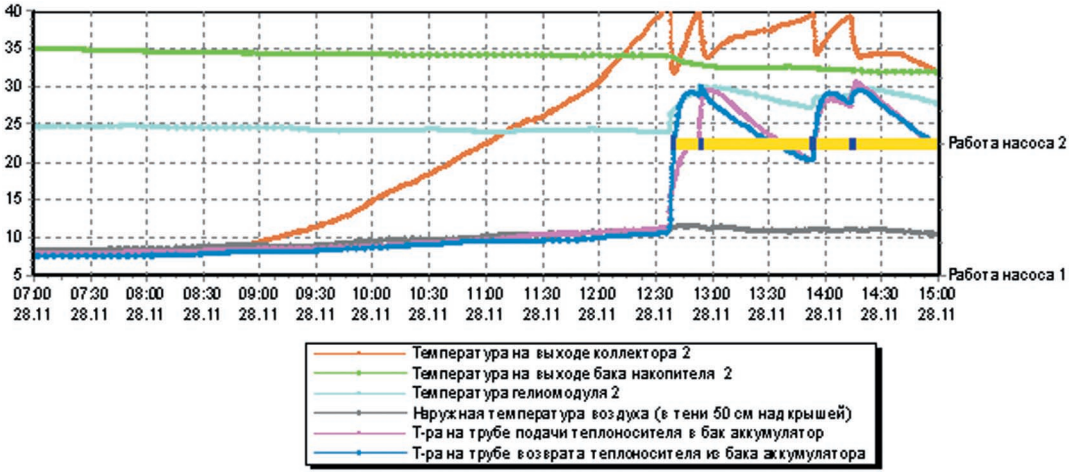



**Рис. 4. График изменения температур в контрольных точках системы гелиоколлекторов в период низкой солнечной активности**

за три с половиной часа работы насосов на 3 °С. Это происходит потому, что первоначальная разность температур между температурой коллектора и температурой теплоносителя в фитингах системы в момент включения насоса составляет более 30 °С. Так как интенсивность солнечного излучения в этот период низкая и недостаточна, чтобы поддерживать температуру 43 °С на гелиоколлекторе длительное время, насос через минуту выключается. Этого времени работы насоса хватает только на то, чтобы теплый теплоноситель из аккумулятора тепла подать в фитинг, в зоне охлаждения окружающим воздухом; холодный же теплоноситель поступает в аккумулятор тепла, охлаждая воду в нем. Данный процесс повторяется несколько раз, так теплоноситель в фитингах на открытой поверхности крыши в период, когда насос не работает, быстро охлаждается за счет низкой температуры воздуха в среднем на 5 °С за один час. А низкая интенсивность солнечного излучения в данный период не позволяет гелиосистеме обеспечить достаточную мощность для нагрева теплоносителя.

Таким образом, можно сделать вывод, что в работе гелиосистем возможны периоды работы, когда эффект будет прямо противоположен тому, что ожидается. Вместо нагрева мы будем иметь эффект охлаждения воды в аккумуляторе тепла, значит программное обеспечение для контроллера в обязательном порядке должно быть адаптировано для условий эксплуатации системы и иметь несколько режимов работы.

**Выводы**

1. Эффект ночного нагрева солнечного коллектора вызван естественной циркуляцией теплоносителя в ночное время и должен учитываться при подборе оборудования и комплектации системы.

2. Эффект ННСК существенно влияет на производительность системы.

3. Потери тепла вследствие эффекта ННСК за восемь часов ночного времени могут быть в десять раз превышать потери относительно естественного охлаждения воды в аккумуляторе тепла.

4. Потери тепла вследствие эффекта ННСК составляют 50 % и более от теплоты выработанной гелиоустановкой в дневное время.

5. Тепловые потери гелиосистемы за счет эффекта ННСК возрастают в следующих случаях:

– увеличение разности высот расположения гелиоколлектора и накопителя тепла;

– увеличение разности плотностей теплоносителей в холодной и горячей ветвях;

– с ростом гидравлических сопротивлений системы тепловые потери в ночное время уменьшаются.

6. Эффект ННСК можно устранить, компенсировать путем установки автоматического клапана в фитинг трубопровода подачи теплоносителя, обеспечивающего прерывание циркуляции жидкости в ночное время.

7. В работе гелиоустановки также наблюдается эффект принудительного охлаждения теплоносителя (ЭПОТ) в аккумуляторе тепла в утреннее время и в период низкой солнечной интенсивности на протяжении дня, понижающего эффективность работы гелиосистемы.

8. Универсальная программа для контроллера, который управляет работой гелиосистемы, требует обязательной адаптации для условий эксплуатации установки в конкретной климатической зоне с учетом влияния исследованных выше эффектов.

9. Проведенные работы позволили прийти к пониманию, что истина любых исследований скрывается в афоризме Капицы: “Эксперимент остается навсегда”. Именно результаты, полученные в процессе исследований, подтверждают или опровергают теоретические гипотезы и математические расчеты, дают возможность заглянуть в корень научной проблемы.

Рукопис отримано 27.09.2012.

# СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НАУКОВОЇ ПЕРІОДИКИ УКРАЇНИ

12 жовтня 2012 року в НТБ ім. Г. І. Денисенка НТУУ "КПІ" пройшов семінар-практикум "Стан і перспективи розвитку наукової періодики України".

Делегатами семінару стали понад сто представників редколегій і редакцій наукових фахових видань, бібліотекарів, фахівців інформаційної сфери. Метою заходу було обговорення поточного стану та перспектив розвитку науково-видавничої галузі України, зокрема в аспекті впровадження в практику роботи редакцій наукових журналів та університетських бібліотек видавничої системи Open Journal Systems (OJS).

Зі вступним словом до учасників звернувся академік НАН України, голова Ради Асоціації "УРАН", перший проректор НТУУ "КПІ", професор Ю. І. Якименко. У своєму виступі він наголосив, що питання розвитку науково-видавничої галузі мають розглядатися як важливий аспект державної реформи наукового сектору. Констатувалося, що Україна сьогодні має значний потенціал збільшення своєї частки у світових інформаційних потоках, проте серйозною проблемою вітчизняного науково-інформаційного ринку є розпорошеність видавничих інфраструктур, відсутність у державі потужних видавничих концернів чи інших структур, здатних вести системну роботу щодо інноваційного розвитку галузі та інтеграції вітчизняних інформаційних ресурсів у світові бази даних і системи.

Про сутність проекту "Наукова періодика України" і перспективи інтеграції локальних впроваджень OJS у загальнодержавну платформу з розширеним пошуковим і наукометричним інструментарієм учасників поінформував координатор цього проекту, співрозробник OJS від України та країн СНД, завідувач сектору НТБ НТУУ "КПІ" Д. В. Солов'яненко. Він повідомив, що станом на 2012 р. на локальному рівні систему OJS використовують наукові журнали десятків вітчизняних видавців, серед них НТУУ "КПІ", Вінницький національний технічний університет, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Львівський національний університет імені Івана Франка, Національний авіаційний університет, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Національний університет "Києво-Могилянська академія" та ін. В умовах, що склалися, важливо не допустити розпорошення національного науково-інформаційного ресурсу та об'єднати в єдиному впровадженні OJS веб-сайти видавців, які обирають однаковий шлях технологічного розвитку своїх наукових видань. Це дасть змогу на національному рівні консолідувати науково-інформаційний ресурс, створити загальнодержавний центр технологічної підтримки видавців наукової періодики, надасть науковцям можливість здійснювати науково-інформаційну діяльність за принципом "єдиного вікна", дозволить започаткувати Український індекс наукового цитування та створить передумови для ведення конструктивного діалогу з міжнародними агрегаторами науково-інформаційних ресурсів щодо інтеграції і серйозного збільшення частки українських наукових видань у світових науково-інформаційних потоках.

Учасники обговорили питання вдосконалення телекомунікаційної інфраструктури науково-інформаційної діяльності. Керівник технічного відділу Головного центру керування мережею "УРАН" у Києві Є. В. Мелешко зацентував увагу присутніх на проблематиці переходу інтернет-користувачів України до стандарту IPv6. Констатувалося, що Асоціація "УРАН" уже готова надавати науковим та освітнім установам України всі технічні можливості для роботи за стандартом IPv6. Проте інтерес українських користувачів до переходу на цей прогресивний інтернет-стандарт поки гальмується недостатньою кількістю науково-інформаційних ресурсів, доступних на IPv6-серверах. Проект "Наукова періодика України" як об'ємне сховище національних науково-інформаційних ресурсів має стати для вітчизняного академічного сектору істотним чинником інтенсифікації впровадження стандарту IPv6.

Про європейський досвід впровадження системи OJS у практику видавничої і бібліотечної діяльності поінформувала учасників семінару менеджер програми Відкритий доступ eIFL. net Ірина Кучма. Доповідачка наголосила, що OJS сьогодні є найпопулярнішим технологічним рішенням в індустрії наукового видання, станом на липень 2012 р. у світі нараховується понад 15 тис. впроваджень цієї системи. В окремих державах впровадження OJS функціонують як національні або транснаціональні журнальні платформи, які консолідовано обслуговують десятки-сотні назв наукових журналів. Серед держав, які мають або розгортають національні науково-інформаційні платформи на базі OJS, були названі Білорусь, Іспанія, Литва, Норвегія, Португалія, Сербія, Хорватія та ін. Такий підхід вбачається доцільним також для інших країн, які не мають потужних видавничих корпорацій, здатних представляти національний науково-інформаційний продукт у глобалізованому конкурентному середовищі.

Більшу частину регламенту засідання було виділено для обговорення практичних аспектів впровадження й використання системи OJS редакціями і бібліотеками України. Редакція видання "Східно-Європейський журнал передових технологій" (керівник Д. О. Дьомін, м. Харків) провела для присутніх майстер-клас "Відкрита редакція". Провідний фахівець редакції А. В. Селезньова розкрила всі основні аспекти налаштування сайту і редакційно-видавничих алгоритмів журналу на платформі OJS. У режимі реального часу було продемонстровано повний цикл підготовки і видання випуску наукового журналу: від моменту подання авторами рукописів до часу публікації нового випуску на сайті та експорту даних про опубліковані статті в зовнішні системи. Технічний консультант проекту "Наукова періодика України" А. В. Кузнецов проаналізував типові помилки видавців на початкових етапах знайомства із системою OJS і дав відповіді на практичні питання щодо функціональних можливостей системи.

У ході плідної дискусії були визначені пріоритетні напрями подальшого розвитку проекту "Наукова періодика України". Увага зверталася на необхідність вироблення видавцями – учасниками проекту засад спільної видавничої політики, корпоративних стандартів і правил. Загальне схвалення аудиторії отримали пропозиції щодо започаткування постійного інтернет-форуму видавців наукової періодики та організації спеціалізованих семінарів-практикумів у регіонах України.

**Індекс 48336**

Завідувач редакції — С. О. НЕКРАСОВА
Літературні редактори-коректори —
Р. В. КОРНІЄНКО, Л. Г. МОРГУН
Комп'ютерна верстка — Б. І. ВОЛИНЕЦЬ
Художній редактор — Б. І. ВОЛИНЕЦЬ
Фото — О. А. ПАЛЯМАР

Реєстраційне свідоцтво – серія КВ № 4530
Здано до набору 27. 09.2012
Підписано до друку 19.12.2012
Формат 60x90 1/8
Папір крейдовий
Друк офсетний. Ум.-друк. арк. 6.
Обл.-вид. арк. 9,8. Тираж 500 прим.
Зам. 0072

*Друк:* ВПЦ "Експрес", 01034, Київ-34, вул. Лисенка, 6
*Адреса редакції*: Київ-114, вул. Автозаводська, 78
Тел. редакції: 206-35-18, 206-35-20
E-mail: mru@ukrdgri.gov.ua