

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Вергельська Наталія Вікторівна

*кандидат геологічних наук, старший науковий співробітник відділу геології вугільних родовищ,
Інститут геологічних наук НАН України*

ГАЗОНОСНІСТЬ ВУГЛЕНОСНИХ МАСИВІВ ГІРСЬКОГО КРИМУ – ЯК ОДИН ІЗ КРИТЕРІЇВ ГАЗОНОСНОСТІ ШЕЛЬФУ ЧОРНОГО МОРЯ

GAS-BEARINGNESS OF COAL-BEARING ARRAYS OF MOUNTAIN CRIMEA - AS FROM CRITERIA OF GAS-BEARINGNESS OF SHELF OF BLACK SEA

Vergelska N.V. candidate of geology, Institute of Geological Sciences of Ukrainian Academy of Sciences

*ГАЗОНОСНОСТЬ УГЛЕНОСНЫХ МАССИВОВ ГОРНОГО КРЫМА – КАК ОДИН ИЗ КРИТЕРИЕВ
ГАЗОНОСНОСТИ ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ*

Вергельская Наталья Викторовна кандидат геологических наук, старший научный сотрудник отдела геологии угольных месторождений, Институт геологических наук НАН Украины

АНОТАЦІЯ

Протягом етапів тектогенезу відзначається зближеність тектоно-магматичних подій і органогенного седименто- та літогенезу в часі і просторі. Вугленосні відклади Гірського Криму пов'язані із зонами зчленування структур та зонами проявів тектоно-магматичних процесів. Визначені якісні показники газу дають можливість стверджувати про наявність сучасного підтоку із глибших горизонтів у вугільні пласти, а також у вмичуючі їх породи. Продовження структур суходолу на шельфі Чорного моря дає можливість прогнозувати поклади вуглеводнів за аналогією. Потенційним джерелом вуглеводнів можуть бути прибережно-морські аален-батські вугленосні фації бешиуїської світи досліджені у Гірському Криму.

АНОТАЦИЯ

На протяжении всех этапов тектогенеза отмечается сближенность тектоно-магматических событий и органогенного седименто- и литогенеза во времени и пространстве. Угленосные отложения Горного Крыма связаны с зонами сочленения структур и зонами проявлений тектоно-магматических процессов. Качественные показатели газа дают возможность утверждать о наличии современного подтока из более глубоких горизонтов в угольные пласти и вмещающие породы. Продолжение структур суши на шельфе Черного моря дает возможность прогнозировать залежи углеводородов по аналогии. Потенциальным источником углеводородов могут быть прибрежно-морские аален-батские угленосные фации бешиуїской свиты, которые исследованы в Горном Крыму.

SUMMARY

During all stages of tectogenesis it is marked a contigence between tectoni-magmatic events and litho- and sedimentogenesis in time and space. The coal deposits and manifestations in the Mountainous Crimea are attributed to the zones of structural conjugation and areas impacted by tectoni-magmatic processes. Continuation of land structures towards the Black sea shelf gives the chance to predict offshore hydrocarbon accumulations. Coal gas composition indicators from the Beshui suite have been studied and the results led to conclusion on a modern gas influx into the coal seams and host rocks. The near-shore Aalen-Bathonian coal-bearing facies of the Beshui suite can be potential source rocks for hydrocarbons which are investigated in the Crimean Mountains.

Постановка проблеми

Дослідження умов залягання вугленосних відкладів в межах Гірського Криму мають важливе значення для визначення історії геологічного розвитку і закономірностей розташування вуглеводневих родовищ Кримського півострова. Оскільки вугленосні відклади виходять на денну поверхню із-за постформаційних тектонічних перебудов на півдні Кримського півострова, то є можливість прогнозування продовження геологічних структур суходолу з вмістом вугленосних відкладів на шельфі Чорного моря та їх вплив на газонасність регіону.

При вивченні особливостей прояву та ролі тектоніки у формуванні вугільних басейнів України встановлено, що тектоно-магматичний контроль вугленосності в кімерійський та альпійський етапи розвитку складчастого облямування і платформних структур є одним із найважливіших критеріїв пошуків мезозой-кайнозойських вугільних покладів на

території України [10]. Протягом цих етапів тектогенезу відзначалася зближеність тектоно-магматичних подій і органогенного седименто- та літогенезу в часі і просторі, відбувалися суттєві зміни в балансі формування ендегенних і екзогенних (палеогеографічних) сфер доквілля з підтоком значної кількості глибинної речовини та енергії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Процеси накопичення та збереження вугільних та вуглегазових покладів Криму пов'язані із впливом воднево-вуглеводневих флюїдів, котрі, швидше за все, мають глибинне походження. Глибинне походження вуглеводнів підтверджується дослідженнями П.М. Кропоткіна [6], А.М. Дмитрієвського [4], Б.М. Валяєва [1, 4], О.Ю. Лукіна [8], А.Я. Радзівілла [5], які ґрунтуються на нерівномірному поширенні скупчень вуглеводнів у земній корі та зв'язку їх формування і локалізації з глибинними розривними дислокаціями. А.М. Дмитрієвський та Б.М. Валяєв вказують, що

формування скупчень вуглеводнів та накопичення осадків, збагачених органічною речовиною, можливе лише в зонах впливу глибинної дегазації, в тому числі й вуглеводневої [1, 4]. Нові матеріали геологічних аспектів нафтогазонакопичення на дні Світового океану підтверджують концепцію про глибинну природу вуглеводнів в місцях їх інтенсивних розвантажень (зокрема, грязьові вулкани) і в скупченнях газогідратів [4]. Глибинне походження газів в сучасних грязьових вулканах Криму підтверджується роботами Є.Ф. Шнюкова та Є.Я. Нетребської [12]. В різних регіонах світу, в залежності від умов розвитку геологічних структур (синклінальний чи антиклінальний) газовий підтік розрізняється як за інтенсивністю, так і за хімічним складом.

Матеріали та методи дослідження

В основу дослідження покладені результати польових робіт, проведених в районі вугленосного Гірського Криму (родовища Бешуйське та Чуюн-Ілга). Узагальнено раніше отримані [7, 9 – 11, 13] та власні дані структурно-стратиграфічних досліджень цього регіону. Відібрано і описано проби вугілля та вміщуючих порід на вказаних родовищах. Відібрано проби на газ вугільного пласта Екі-Хат на родовищі

Чуюн-Ілга. Вперше проведено аналіз залишкової газової складової вугільного пласта Екі-Хат, з визначенням особливостей будови вугільного пласта і вугілля, якісних і кількісних показників газового складу в залежності від місця відбору проби (визначення проведене згідно патенту №79554 від 25.04.2013 «Спосіб визначення залишкової газової складової вуглепородного масиву»).

Мета досліджень визначення газоносності вуглепородних масивів Гірського Криму для можливості прогнозування сучасного газового підтоку в межах Азово-Чорноморського регіону. Визначення тектонічних та тектоно-магматичних процесів на сучасний стан газоносності в межах Гірського Криму та шельфу Чорного моря.

Викладення основного матеріалу

Вугленосність Гірського Криму. Вугільні родовища та вуглепрояви Криму пов'язані із зонами зчленування тектонічних структур Качинського антиклінорію, Туацького антиклінорію, Судацького синклінорію, Південно-Західного Кримського синклінорію та Південнобережного антиклінорію (рис. 1). Дрібноблокова будова фундаменту та осадової товщі до вугільної підшови (Т – J, J₁) визначила складність контуру вугленосної формації.



Рис.1 Схема геолого-тектонічного районування Гірського Криму [5]

На території Гірського Криму обстежено та частково розвідано 57 проявів вугільних пластів та прошарків вугілля (рис. 2), які пов'язані у східній частині Гірського Криму з відкладами тріасу-лейасу, верхньої юри та нижньої крейди; а в західній частині – середньої юри [5, 10]. У відкладах інших систем трапляються лише прошарки вугілля незначної потужності, що швидко виклинюються, та обвуглена рослинність або гнізда гагату. На території Гірського та Рівнинного Криму відомі пласти та окремі лінзи кам'яного вугілля які мають виходи по річкових долинах та по схилах.

Вугільні родовища розвідані переважно в гірській частині, розрізнені в просторі та часто межують з проявами середньоюрських вулканічних та

субвулканічних ін'єкцій, магомтермальний вплив яких на вугільні і вміщуючі породи визначається систематично [2, 5, 7, 9]. Інтенсивність впливу проявлена в зміні стану вугільної речовини від буровугільної стадії до кам'яновугільної. У структурному відношенні формація складного геосинклінального прогину з активною конседиментаційною вулканічною діяльністю приурочена до південного крила Качинського антиклінорію. Відбувалися гідротермально-метасоматичні зміни як у вугіллі, так і у вміщуючих породах: карбонатизація, окварцування, сульфідизація та інші. Прояви вулканічної діяльності в період накопичення вугленосних піщано-глинистих осадків ще більше ускладнили контури вугленосних відкладів.

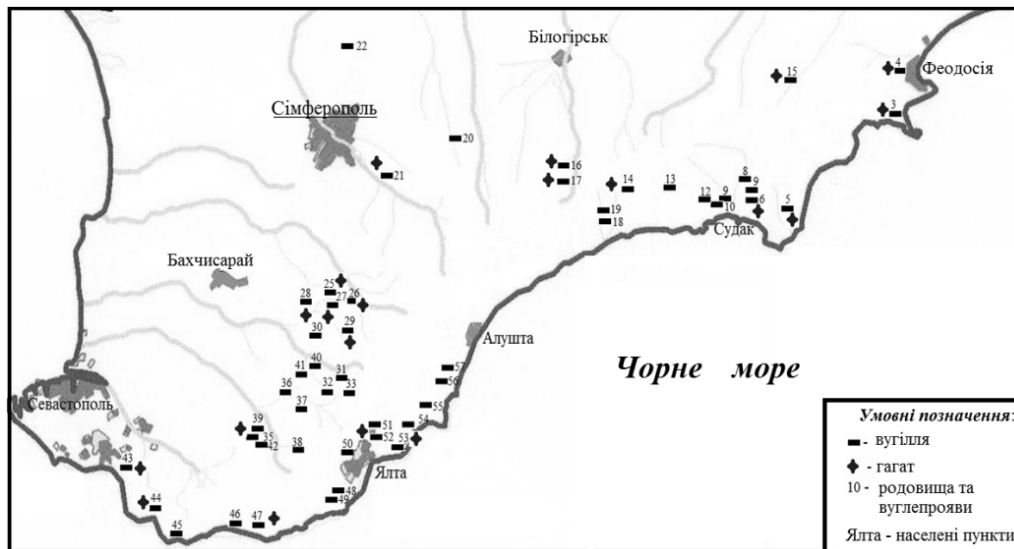


Рис. 2 Схема поширення вугільних родовищ, вуглепроявів та гагату на Кримському півострові. Виконана автором за роботами [3, 5, 7] та власними дослідженнями.

На карті позначені цифрами: Родовища: 25 – Бешуйське, 26 – Комбіч, 27 – Чуюн-Ілга, 28 – Демін'єрське, 29 – Писарське, 30 – Стильське, 43 – Балаклавське;

Вуглепрояви: 1 – 3 – на мисі Кіік-Атліма, 4 – поблизу м. Феодосія, 5 – 12 – поблизу м. Судака, 13 – на р. Ворон, 14 – біля с. Арпат, 15 – біля с. Старий Крим, 16 – 17 – біля с. Сартани, 18 – 19 – біля с. Ускут (Привітне), 20 – поблизу с. Глибоке, 21 – поблизу с. Лозове, 22 – поблизу с. Чуюнча, 23 – поблизу с. Мамбет-Олан, 24 – поблизу с. Карагач, 31 – поблизу ур. Домузаран, 32 – поблизу ур. Постеріф, 33 – поблизу ур. Каламир, 34 – поблизу ур. Тамардах, 35 – поблизу с. Коклуз, 36 – поблизу с. Богатир, 37 – поблизу с. Щасливе, 38 – поблизу с. Кучук-Узенбаш, 39 – поблизу с. Янджи, 40 – поблизу с. Мікур, 41 – поблизу с. Гаври, 42 – поблизу с. Кокозки, 44 – 45 – поблизу затоки Ласпі, 46 – поблизу с. Снітовське, 47 – поблизу с. Бекетово, 48 – поблизу г. Мегабі, 49 – поблизу Ореанди, 50 – поблизу Чехово, 51 – поблизу с. Ай-Василь, 52 – поблизу с. Ушельне, 53 – поблизу мису Микитський, 54 – поблизу Гурзуфу, 55 – поблизу г. Кизилташ, 56 – поблизу с. Запрудне, 57 – поблизу балки Хильвацька.

Вулканічна діяльність проявлялась у тріасі, лейасі і особливо в середній юрі і, можливо, келовеї,

але не була особливо інтенсивною. Магма, що вклинювалася в породи, була бідною на мінералізатори і мала невисоку температуру, про що свідчить дуже мала потужність контактовозмінених вмшуючих порід і слабкі прояви гідротермальних процесів [5, 7].

Вугленосні відклади, які простежуються на денній поверхні в Гірському Криму і на його відрогах, занурюються із збільшенням потужності на значні глибини в районах структур Рівнинного Криму і Тарханкутського півострова, не виключено і в структурах, вкритих водами Чорного моря [2, 9].

Внаслідок неодноразових трансгресій і наступних дислокацій вугленосна товща середньоюрського віку сильно зруйнована, тому збереглися декілька смуг на північному й південному схилах Кримських гір.

В західній частині Гірського Криму, у верхів'ї басейну річки Кача, серед відкладів середньої юри виявлено одне з найкращих, за запасами, родовищ кам'яного вугілля – Бешуйське (рис. 2). Родовище має обмежені розміри по простяганню і падінню. За падінням вугільні пласти зрізані пологим змішувачем на глибинах у межах 300 – 400 м при витриманості за простяганням до 1000 – 1100 м (рис. 3).

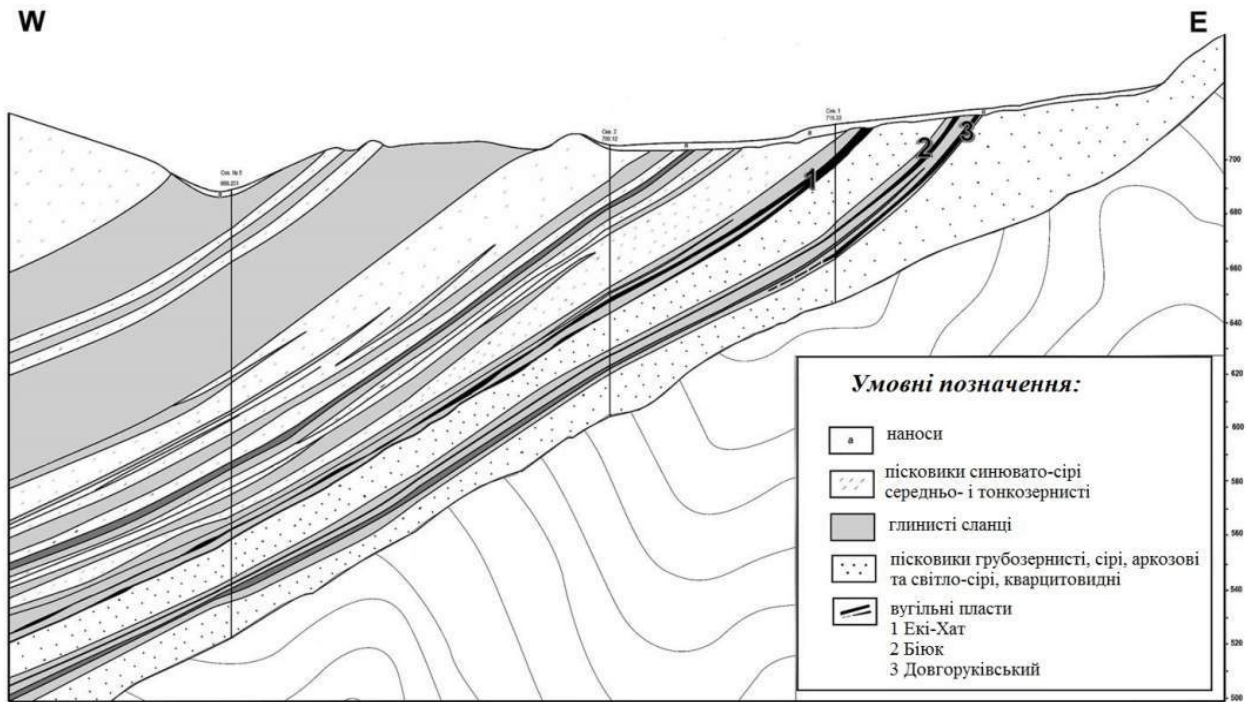


Рис. 3 Геологічний розріз вугленосної товщі, за даними [6] та власними дослідженнями

За даними дослідників [5, 7, 9 – 11, 13], середньоюрські відклади району басейну р. Качі, до якого приурочено Бешуйське родовище, утворюють ряд брахіантиклинальних і брахісинклінальних складок значною мірою розмиті. На території простежуються численні порушення, переважно скиди широтного і меридіонального простягання, що суттєво знизило перспективи цього району на виявлення більш крупних родовищ.

Вугілля Гірського Криму за своїми характеристиками вирізняється серед інших басейнів та проявів України. Кримське вугілля належить до низької стадії метаморфізму і є перехідним від бурого до кам'яного доволу помірного та газового. Зустрічається гагат, який умовно віднесено до бурого вугілля (промислової марки ЗБ), дослідження якого поновлене Є.Ф. Шнюковим та В.А. Кутнім в 1999 році.

В межах Бешуйського родовища у вугленосній товщі визначено чотири вугільних пласти: два нижніх – «Безіменний» та «Довгоруківський» вирізняються незначною потужністю (0,15 – 0,25 м), два верхні розташовані на віддалі 15 – 18 м – «Біюк» та «Екі-Хат» – більш високою потужністю яка змінюється у широкій межі (рис. 3). В межах родовища виділяють три типи вугілля, які відрізняються за якісних показниками та за зовнішнім виглядом: вугілля блискуче, вугілля сланцювате та гагат (рис. 4).

Блискуче вугілля утворює лінзи у сланцюватому, в окремих випадках, прошарки 2-5 мм, зрідка до 5 см. Вугілля смоляно-чорного кольору, має східчасто-кутастий злам, крихке. Зовні даний тип вугілля подібний до доволу помірного вугілля Діонецького басейну.



Рис. 4 Вугленосні відклади Гірського Криму:
а) будова вугільного пласта «Екі-Хат» на родовищі Чуюн-Ілга;
б) гагат Бешуйського родовища

Сланцювате вугілля складає основну масу пласта «Бінок» та «Екі-Хат» (рис. 4 а). Вугілля має бурувато-чорний колір, іноді із сірим відтінком, матове із землистим зламом. В пласті є часте перешарування вугілля з тонкими прошарками глини, аргіліту. Має підвищену зольність.

Вугільні пласти родовищ і вуглепроявів складаються, переважно, із перешарувань різних типів вугілля, але в різних пластах або пачках визначено різні їх пропорції. Будова і структура вугільних верст вказує на їх колекторські властивості, і при перекритті щільними породами чи водами моря, можна їх розглядати як газоносні.

Гагат (рис. 4 б) за зовнішніми виглядом також можна поділити на блискучий чорного кольору та матовий чорно-сірого кольору. Для гагату характерний раковистий злам, щільна майже однорідна текстура і, порівняно із вугіллям, легший. За зовнішнім видом непрозорий, з помірним смоляним та восковим блиском, раковистим зламом, однорідний, твердий (2,5 – 4,0), густина 1,3 – 1,35. При розтиранні утворюється пил темно-коричнево-бурого кольору. В окремих зразках на поверхні та в розрізі чітко прослідковується деревна будова. Відклади гагату (а переважно гагату та скам'янілої деревини) у відкладах середньої юри пов'язані з глинистими, вуглистими та вуглисто-глинистими сланцями.

Газоносність вугленосних покладів Криму.

Вплив на процес вуглеводневих перетворень пластів вугілля і розсіяної органіки в юрських відкладах Криму в результаті впливу магматичних ін'єкцій і пов'язаних з ними флюїдодинамічних потоків досить значний чи навіть визначальний [2, 5].

В Гірській частині Криму відомі досить численні, хоча і слабкі газопрояви, пов'язані з породами різного віку (від юри до палеогену). Внаслідок складної тектоніки і несприятливого складу порід, не слід розраховувати на промислові поклади вуглеводнів у даному регіоні.

Зближені територіально прояви магматизму та вугленосні поклади Криму оконтурені покладами нафти та газу на суходолі, на суміжних територіях, дають можливість розглядати наявність вугленосних відкладів, як пошуковий критерій для в

изначення площ нафтогазоносності на шельфі Чорного моря (рис. 5) [2, 3].

В структурах кімерід Криму, що простягаються від гірського масиву в сторону південно-західного Чорноморського шельфу та північно-східного Азовського, можна прогнозувати подібні взаємозв'язки вугільно-вуглеводневих і магматичних утворень і в комплексах, занурених на певні глибини і перекритих значною товщею порід-екранів палеогенового віку.

Під час польових робіт на родовищі Чуюн-Ілга в штольні пласта Екі-Хат було відібрано проби для визначення залишкової газової складової.

За результатами дослідження у вугіллі родовища Чуюн-Ілга було визначено такі вуглеводневі гази (в об. %): $\text{He} - (2,8 \cdot 10^{-3} - 4,2 \cdot 10^{-3})$, $\text{H}_2 - (6,5 \cdot 10^{-3} - 1,7 \cdot 10^{-2})$, $\text{CH}_4 - (7,8 \cdot 10^{-4} - 5,5 \cdot 10^{-2})$, $\text{C}_2\text{H}_6 - (1,6 \cdot 10^{-5} - 2,9 \cdot 10^{-3})$, $\text{C}_2\text{H}_4 - (4,6 \cdot 10^{-6} - 2,5 \cdot 10^{-6})$, $\text{C}_3\text{H}_8 - (1,7 \cdot 10^{-5} - 2,7 \cdot 10^{-3})$, $\text{C}_3\text{H}_6 - (6,3 \cdot 10^{-6} - 4,3 \cdot 10^{-5})$, $\text{iC}_4\text{H}_{10} - (1,7 \cdot 10^{-6} - 4,4 \cdot 10^{-5})$, $\text{nC}_4\text{H}_{10} - (6,2 \cdot 10^{-6} - 3,4 \cdot 10^{-4})$, $\text{neoC}_5\text{H}_{12} - (1,1 \cdot 10^{-6})$, $\text{iC}_5\text{H}_{12} - (1,3 \cdot 10^{-6} - 4,0 \cdot 10^{-5})$, $\text{nC}_5\text{H}_{12} - (8,3 \cdot 10^{-6} - 1,4 \cdot 10^{-4})$, $\text{C}_6\text{H}_{14} - (1,2 \cdot 10^{-5} - 1,04 \cdot 10^{-4})$ та $\text{CO}_2 - (5,9 \cdot 10^{-1} - 1,3)$.

Незважаючи на тривалий період перебування виробки у законсервованому стані, простежується певна закономірність зміни залишкової газової складової вугільного пласта: наближуючись до місця висипки, якісні та кількісні показники газу збільшуються від аналогічних на вході в штольню. За результатами визначення газового складу можна припустити, що висипка у штольні відбулася у найбільш активній зоні сучасного газового підтоку з глибинних джерел. Ці зони, швидше за все, пов'язані з успадкованими палеозойськими розривними дислокаціями, активізованими в кіммерійську та альпійську епоху тектоорогенезу і активними до нині.

Встановлені зміни показників залишкової газової складової вуглепородного масиву бешуйської світи родовища Чуюн-Ілга та попередні дослідження [1, 3 – 5] підтверджують процеси сучасного глибинного підтоку, що характеризується наявністю у якісному компонентному складі газової суміші He (гелію), H (водню), C_5H_{12} (пентану) та C_6H_{14} (гексану).

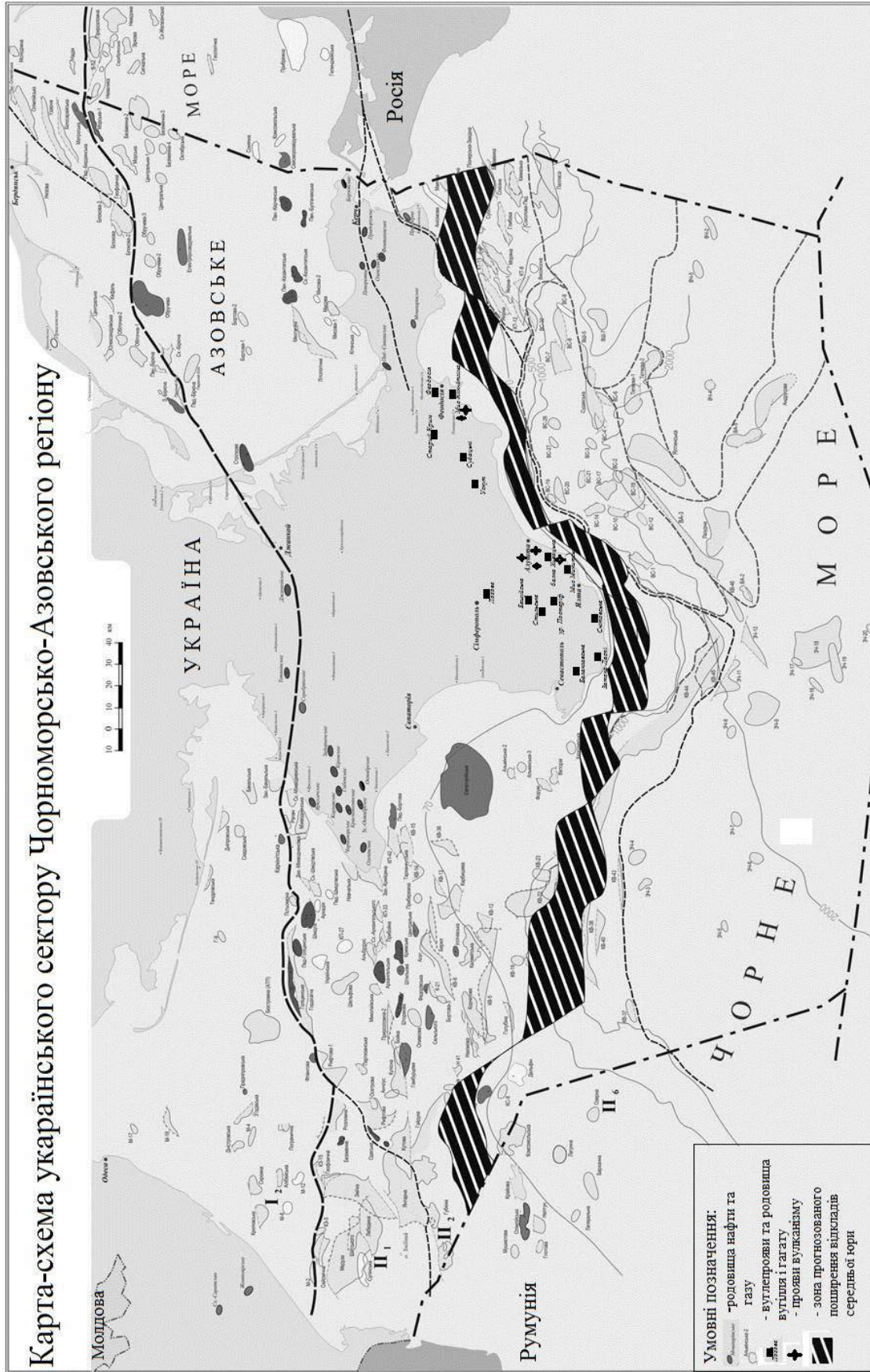


Рис. 5 Поширення відкладів середньої юри в українському секторі Чорного моря з доповненнями

У зв'язку із особливостями сучасного залягання вуглепородних масивів Криму під значним кутом падіння (до 45°), глибинна міграція проходить одночасно двома шляхами: за падінням вугільних пластів та через тектонічні порушення. Інтенсивність глибинної міграції газів залежить від ступеня розкриття розломів в підстеляючій товщі вуглепородного масиву, подрібнення вугільної речовини та крутизни падіння вугільних пластів. За падінням пласта глибинна міграція відбувається за рахунок сингенетичних і постгенетичних мікротріщин та шаруватої текстури вугільного пласта. Аналогічні процеси міграції передбачаються також в юрській осадово-вулканогенній товщі Азово-Чорноморської акваторії. Ці обставини дозволяють прогнозувати перспективи нафтогазоносності у цій товщі.

Висновок

Вугленосні родовища та вуглепрояви суходолу Криму територіально пов'язані із зонами зчленування тектонічних структур та проявів магматизму. Продовження цих структур суходолу, з вмістом вугленосних відкладів, на шельфі Чорного моря дають можливість прогнозувати їх газозносність.

Зміни якісних показники газової суміші підтверджують наявність сучасного глибинного підтоку у вугільні пласти бешуйської світи. Грязьовий вулканізм та показники газозносності вугільних покладів Криму є критеріями визначення умов формування нафтогазоносності акваторії Чорного моря, як результату глибинної дегазації Землі.

Вугільні поклади Криму варто вивчати не для можливого їх використання як твердого палива, перспективи якого в сучасних умовах незначні, а для подальшого визначення впливу активних тектономагматичних процесів кімерід та альпід із значним підтоком глибинної речовини та тепла з накопиченням вуглеводневих ресурсів надр у структурах суміжних із Кримським півостровом, що представляють осадово-вулканогенну товщу дна Азово-Чорноморської акваторії.

Список літератури:

1. Валяев Б.М. Углеводородная дегазация Земли, геотектоника и происхождение нефти и газа (признание и развитие идей П.Н. Кропоткина) / Б.М. Валяев // В кн.: Дегазация Земли и геотектоника. М.: ГЕОС, 2012. – С. 20-42.
2. Вергельська Н.В. Використання геології вугільних родовищ Криму для прогнозу вуглеводневих покладів акваторії / Н.В. Вергельська // Збірник доповідей X Міжнародної конф. «Азово-Чорноморський полігон вивчення геодинаміки і флюїдодинаміки формування покладів нафти та газу», м. Сімферополь, 2013. – С. 15-27.
3. Вергельская Н.В. Среднеюрская угленосная формация Горного Крыма как

потенциальный источник углеводородов в Черноморском бассейне / Н.В. Вергельская, А.А. Кичка // Proceedings of the IV International scientific and technical conference "Geology and hydrocarbon potential of the Balkan-Black Sea region" 11 - 15 september 2013, Varna, Bulgaria – С. 124 – 129.

4. Дмитриевский А.Н. Углеводородная дегазация через дно океана: локализованные проявления, масштабы, значимость / А.Н. Дмитриевский, Б.М. Валяев // В кн.: Дегазация Земли и геотектоника. М.: ГЕОС, 2002. – С. 7 – 36.

5. Етапи утворення вугленосних формацій в геологічних структурах України; ІГН НАН України / А.Я. Радзівілл, В.Ф. Шульга, А.В. Іванова, С.О. Мачуліна, Н.В. Вергельська, А.В. Александрова, Л.Б. Зайцева– К.: LAT&K, 2012. – 215 с.

6. Кропоткин П.Н. Дегазация Земли и происхождение углеводородов / П.Н. Кропоткин // Бюлл. МОИП (отд. геол.), 1985. – Т. 60., Вып. 6. – С. 3 – 18.

7. Лысенко В.И. Перспективы нефтегазоносности шельфа Юго-Западного Крыма по результатам изучения альбского вулканизма / В.И. Лысенко // Тезисы докладов на VI Международной конференции «Крым – 2005». Геодинамика, сейсмичность и нефтегазоносность Черноморско-Каспийского региона. – 2005. – С. 114 – 117.

8. Лукин А.Е. Система «Суперплюмы – глубокозалегающие сегменты нефтегазоносных бассейнов» - неисчерпающийся источник углеводородов / А.Е. Лукин // Геол. журнал, 2015. – № 2. – С. 7 – 20.

9. Радзівілл А.Я. Буровугільні родовища крайових систем південного заходу Східно-Європейської платформи / А.Я. Радзівілл, А.В. Александрова, Л.А. Пристинська, Н.В. Чижик // Геол. журнал, 2002. – № 3. – С. 50-55.

10. Характеристика угленосности юрских отложений на территории Украинской ССР. Отчет: ЦТЭ. – Инв. № 390987. – Киев, 1982. – 72 с.

11. Шнюков Е.Ф. Камень ночи; НАН Украины. Нац. науч.-природоведч. музей / Е.Ф. Шнюков, В.А. Кутний – К., 2000. – 45 с.

12. Шнюков Е.Ф. Корни черноморских грязевых вулканов / Е.Ф. Шнюков, Е.Я. Нетребская // Геология и полезные ископаемые мирового океана, 2013.– № 1. – С. 87 – 92.

13. Юдин В.В. Палеогеодинамика Крыма, прилегающих акваторий и территорий / В.В. Юдин // Геол. журн. – 1996.- №3-4. – С. 115-119.

14. Vergelska N. Features coal-bearing of the Mountain Crimea / N. Vergelska // XXXIV Sympozjum Naukowy Geologia Formacji Węglonośnych Polski 13 - 14 kwietnia, 2011 – p.43 -47.