

УДК 549.01+551.243

## ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЖИЛЬНЫХ ТЕЛ С КВАРЦЕМ ТИПА «ДИАМАНТОВ ДОНБАССА» СЕЛЕЗНЕВСКОГО УГЛЕНОСНОГО РАЙОНА (СКЛАДЧАТЫЙ ДОНБАСС)

*Крисак О. С.<sup>1</sup>, Павлов И. О.<sup>2</sup>, Попов Ю. В.<sup>3</sup>*

<sup>1,2</sup>*Донецкий национальный технический университет, Донецк*

<sup>3</sup>*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация*

*E-mail: <sup>1</sup>krisakoleg@gmail.com, <sup>3</sup>popov@sfedu.ru*

Гидротермальные кварцевые и кварц-кальцитовые жилы с кристаллами кварца с углеводородными включениями («диаманты Донбасса») на площади Селезневского угленосного района Складчатого Донбасса приурочены к усложняющим крылья Селезневской синклинали брахиантиклиналям третьего порядка, формирование которых происходило во взбросовом поле напряжений ларамийской фазы альпийского тектоногенеза. Жилы межпластовые, плитообразные или с друзовой текстурой; их структурно-текстурные особенности определяются деформационным характером структур и литологическим свойством вмещающих среднекаменноугольных пород.

**Ключевые слова:** Селезневская синклиналь, Донбасс, брахиантиклиналь, надвиги, взбросо-складки, межпластовые жилы, кварц, «диаманты Донбасса», кварц-диккиг-киноварное оруденение, альпийский тектоногенез.

### ВВЕДЕНИЕ

Кристаллы кварца с углеводородными включениями встречаются в низкотемпературных жилах во многих орогенных структурах (Альпы, Аппалачи, Балхан, Горный Крым, Карпаты, Пиренеи и др.) [1] и описаны под местными названиями «Herkimer diamonds», «Marmarosh diamonds», «оконный кварц», «диаманты Донбасса». Области развития таких образований тяготеют к зонам глубинных разломов, являющимися региональными рудоподводящими структурами, и площадям установленной или перспективной нефте- и газонности, что определяет актуальность установления их закономерностей структурной локализации и минералогического анализа типоморфных особенностей. В Донбассе распространение «диамантов» совпадает с участками повышенного содержания ртути в углях и развитием гидротермальной киноварь-диккитовой минерализации [2], а также обильного выделения метана в угленосные толщи. Одним из участков, где установлена гидротермальная минерализация с кварцем типа «диамантов Донбасса» является Селезневский угленосный район.

### ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Авторами были проведены геолого-структурные и минералогические исследования в пределах 185 обнажений и 27 карьеров по добыче каменного угля и строительных материалов. Реконструкция параметров палеотектонических полей напряжений выполнялась кинематическим методом [3, 4] с использованием замеренных в полевых условиях элементов залегания тектонических трещин, штрихов на их плоскости и установленных на их стенках векторов скольжения.

Параметры полей мезорегионального уровня (для локальных объемов горного массива) восстанавливались при помощи статистической обработки на стереографических сетках.

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

**Геологическое строение Селезневского угленосного района.** В геологическом строении района принимают участие средне- и верхнекаменноугольные отложения, перекрытые маломощным чехлом четвертичных образований. В геолого-структурном отношении он принадлежит к области западного замыкания Северной или Колпаковско-Замчаловской антиклинали — одного из основных структурных элементов Складчатого Донбасса. К наиболее крупным складкам второго порядка относятся Чернухинская антиклиналь и Селезневская синклиналь, осложненные рядом дополнительных складок более высокого порядка (рис. 1).

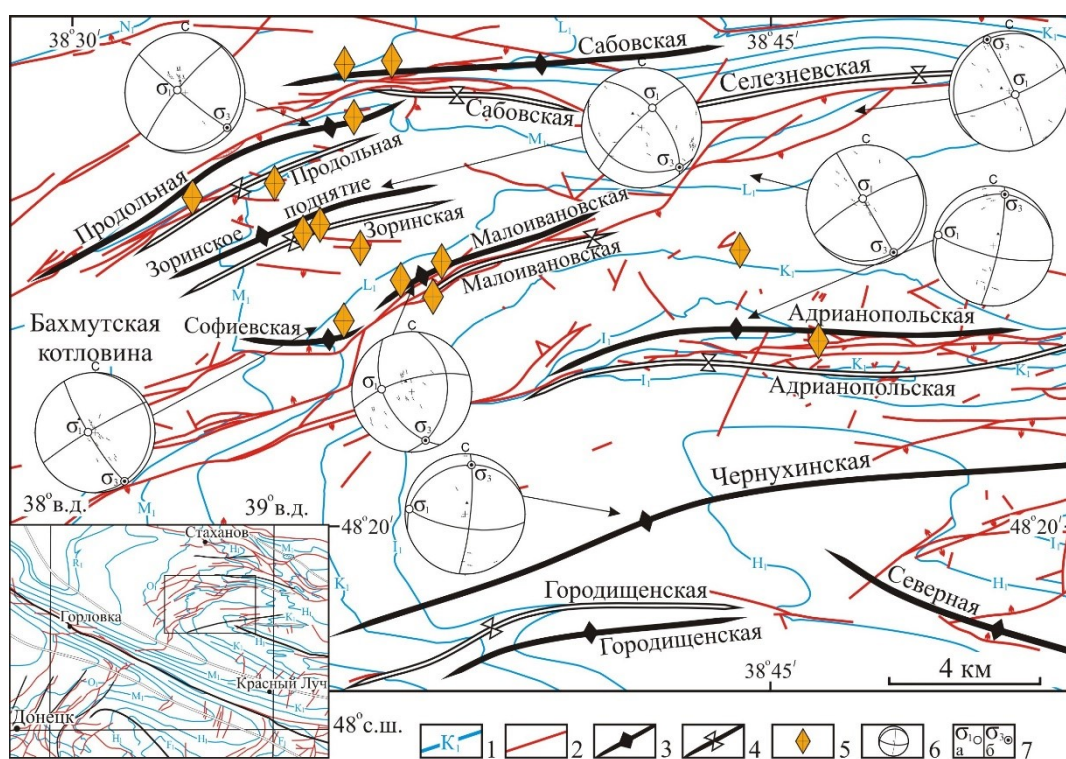


Рис. 1. Структурная карта Селезневского угленосного района: 1 — маркирующие горизонты; 2 — разрывные нарушения; 3 — ось антиклинальных складок; 4 — ось синклинальных складок; 5 — участки проявления кварца типа «диамантов Донбасса»; 6 — стереограммы реконструкций полей напряжений; 7 — оси главных напряжений на стереограммах: а — ось сжатия  $\sigma_3$ , б — ось растяжения  $\sigma_1$ .

Особенностью этих складок является восток-северо-восточное и северо-восточное простирание, секущие основное направление складчатости Донецкого бассейна. Подобные поперечные структуры также проявлены в Алмазно-Марьевском и Донецко-Макеевском угленосных районах. Образование таких наложенных диагональных систем складок связывается с ларамийской фазой альпийского тектоногенеза [5].

В целом, на локальном уровне ориентировка осей главных нормальных напряжений в пространстве весьма изменчива. При относительно стабильном положении оси максимального сжатия  $\sigma_3$  — ось субгоризонтальная и субширотного направления — две другие оси (ось максимального растяжения  $\sigma_1$  и промежуточная ось  $\sigma_2$ ) занимают положение от субгоризонтального до вертикального. Это указывает на взбросовый тип поля напряжений в пределах основной части брахиантиклиналей третьего порядка и в восточном замыкании Селезневской синклинали. В пределах Малоивановской брахиантиклинали, приуроченной к южному крылу Селезневской синклинали, проявлен взбросо-сдвиговый тип поля, а в пределах Чернухинской антиклинали и усложняющей ее северное крыло Адрианопольской антиклинали - сдвиговый (рис. 1).

**Структурная локализация жильных тел.** Наибольшее количество жильных тел в пластах песчаников и известняков, содержащих кварц типа «диамантов Донбасса», наблюдается в пределах брахиантиклиналей третьего порядка, усложняющих крылья Селезневской синклинали. Реже подобные жилы в пластах известняков присутствуют в брахискладках третьего порядка центральной части синклинали. Единичные жильные тела установлены в пласте известняка на пологом северном крыле и в пласте песчаника в пределах присводовой части Адрианопольской антиклинали. Структурно-текстурные особенности этих жильных тел напрямую зависят от деформационного характера структур, а также от литологических особенностей вмещающих пород.

В пределах Малоивановской брахиантиклинали в карьере по добыче известняка  $K_7$  (свита  $C_2^5$ ) была вскрыта апофиза Южного надвига (рис. 2). В северо-восточном борту карьера надвиг с азимутом падения  $325^\circ$  и углом падения  $20-25^\circ$ , на глубине он выполаживается и переходит в межпластовую плоскость. Надвиг разрывает известняк  $K_7$ , образуя здесь взбросо-складку. Известняк крепкий грубослоистый однопачечного строения с видимой мощностью до 4 м. В висячем крыле вблизи надвига в известняке развиты трещины межпластового скольжения, а также трещины отрыва. Во фронтальной зоне складки по кровле известняка развивается интенсивная микроскладчатость. В этой зоне развиты весьма невыдержанные по падению и простиранию межпластовые трещины. В северо-западном направлении от надвига в верхней части дислоцированного известняка встречается серия крутопадающих взбросов. За пределами развития взбросов пласт выполаживается, здесь изредка проявлены трещины межпластового скольжения.

Как в висячем, так и лежащем крыле надвига в известняке повсеместно проявлены межпластовые плитообразные жилы мощностью от 1–2 до 25 см, довольно выдержанные по простиранию и сопровождаются грубыми штрихами

скольжения; сложены молочно-белым кальцитом, в центральной части встречаются кристаллы серого кварца (рис. 2 а). Как правило, в непосредственной близости развития надвига кварц интенсивно тектонически трещиноватый и сцементирован серым кальцитом. Висячем крыле в кварце проявлены отдельные трещины, заполненные кальцитом, имеют клиновидную форму, расширяющуюся к верхней части жильных тел.

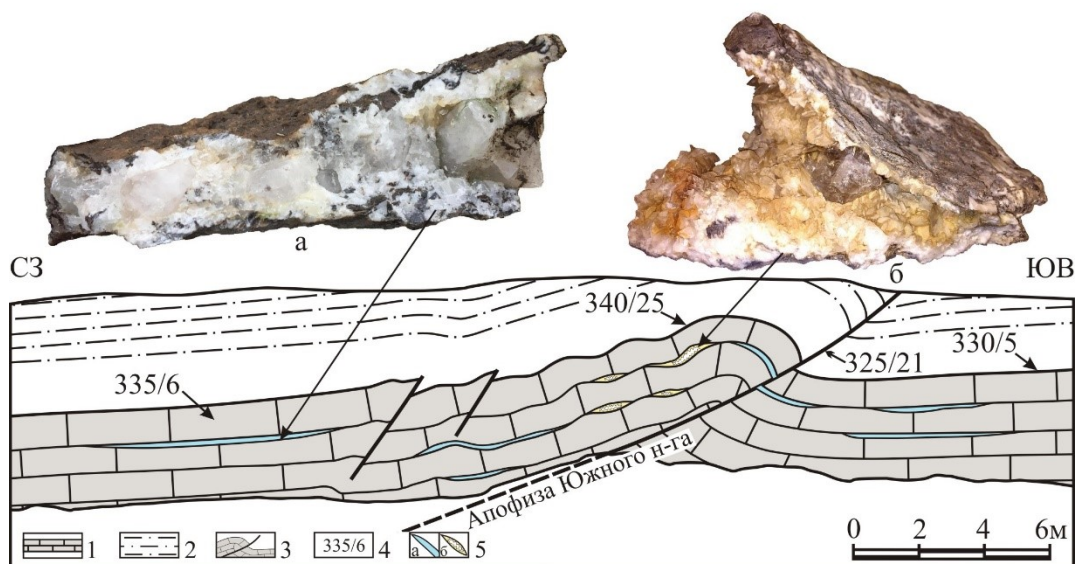


Рис. 2. Зарисовка обнажения известняка К<sub>7</sub> в пределах Малоивановской брахиантиклинали: а — межпластовая плитообразная жила; б — межпластовая жила с остаточной полостью. 1 — известняк; 2 — алевролит; 3 — разрывные нарушения; 4 — элементы залегания (азимут падения / угол падения); 5 — морфологические типы жил. На рисунке: а — межпластовая плитообразная жила; б — межпластовая жила с остаточной полостью.

Межпластовые жилы с кварцем типа «диамантов Донбасса» имеют локальное распространение и приурочены только к зоне интенсивной микроскладчатости во фронтальной зоне складки (рис. 2 б). Жильные тела линзообразной формы, сопровождаются остаточными полостями с мощностью раскрытия до 10—15 см. Зальбанд полостей сложен друзовым кальцитом, центральная часть выполнена хорошо образованными кристаллами и сростками дымчатого кварца и горного хрусталя с блестящими гранями (относимые к «диамантам Донбасса»).

В пределах Сабовской брахиантиклинали (северная краевая часть Селезневской синклинали) на восточном борту карьера по добыче каменного угля I<sub>6</sub><sup>в</sup> (свиты С<sub>2</sub><sup>б</sup>) был вскрыт надвиг IV Никаноровский (рис. 3). Падение надвига северо-западное под углом 25–30°. На глубине надвиг выполаживается и переходит в поверхность межпластового скольжения. В борту карьера также выходит на поверхность известняк L<sub>7</sub>, имеющий трехпачечное строение. Нижняя и верхняя пачки

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЖИЛЬНЫХ ТЕЛ С  
КВАРЦЕМ ТИПА «ДИАМАНТОВ ДОНБАССА» СЕЛЕЗНЕВСКОГО  
УГЛЕННОГО РАЙОНА (СКЛАДЧАТЫЙ ДОНБАСС)

представлены крепким грубослоистым известняком, заключенная между ними пачка относится к тонкоплитчатому глинистому известняку.

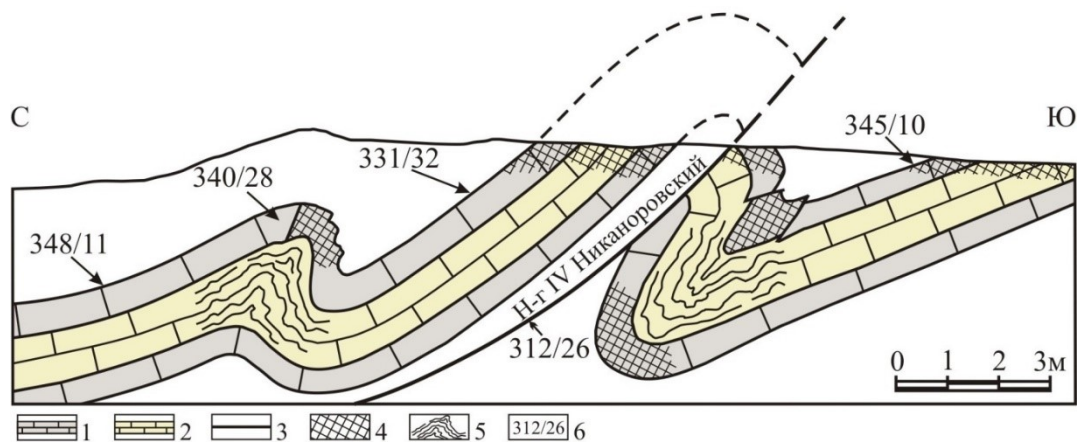


Рис. 3. Зарисовка обнажения известняка  $L_7$  на северном крыле Сабовской брахиаantikлинали: а — грубослоистый известняк; б — глинистый известняк; 3 — разрывные нарушения; 4 — зоны дробления; 5 — складки волочения; 6 — элементы залегания (азимут падения / угол падения).

По плоскости надвига известняк  $L_7$  деформирован в так называемую взбросо-складку [6]. При этом в лежащем крыле надвига известняк образует синклимальную складку с острым замком. Северной от взбросо-складки в борту карьера наблюдается деформация известняка, которая по условиям образования относится к складкам срыва. В связи с резко отличающимися механическими свойствами пачек слоя известняка устанавливается различие в их деформационных свойствах. Неподатливые грубослоистые пачки изгибались с явлением внутрислоистого скалывания параллельного слоистости [7], при этом в шарнирных частях складок образовались трещины отрыва или зоны дробления. В пределах таких пачек широко проявлены межпластовые плитообразные жилы, подобные приуроченным к известняку  $K_7$  на Малоивановской брахиаantikлинали.

В более пластичной глинистой пачке на крыльях складок породы смялись вдоль сланцеватости без разрыва сплошности. В шарнирных частях складок происходило нагнетание материала из крыльевых участков, что сопровождалось формированием складок волочения [8]. В этих участках локализованы межпластовые жильные тела с раздувами. Они являются наиболее невыдержанными по падению и простиранию, мощность не превышает 25 см. Форма жил неправильная, линзообразная и эллипсовидная, с резкими пережимами и раздувами; нередко отмечаются остаточные полости шириной до 8 см. На зальбанде жил и полостей развит молочно-белый кальцит и флюорит, центральная часть полостей состоит из кристаллов полупрозрачного и прозрачного кальцита свободного роста, серого кальцита, а также хорошо образованных двухвершинных кристаллов дымчатого кварца и горного хрусталя типа «диамантов Донбасса».



Различные структурно-морфологические группы межпластовых жильных тел также проявлены и в пластах песчаников в пределах Сабовской, Малоивановской и Софиевской брахиантиклиналей, приуроченных к краевым частям Селезневской синклинали (рис. 4).

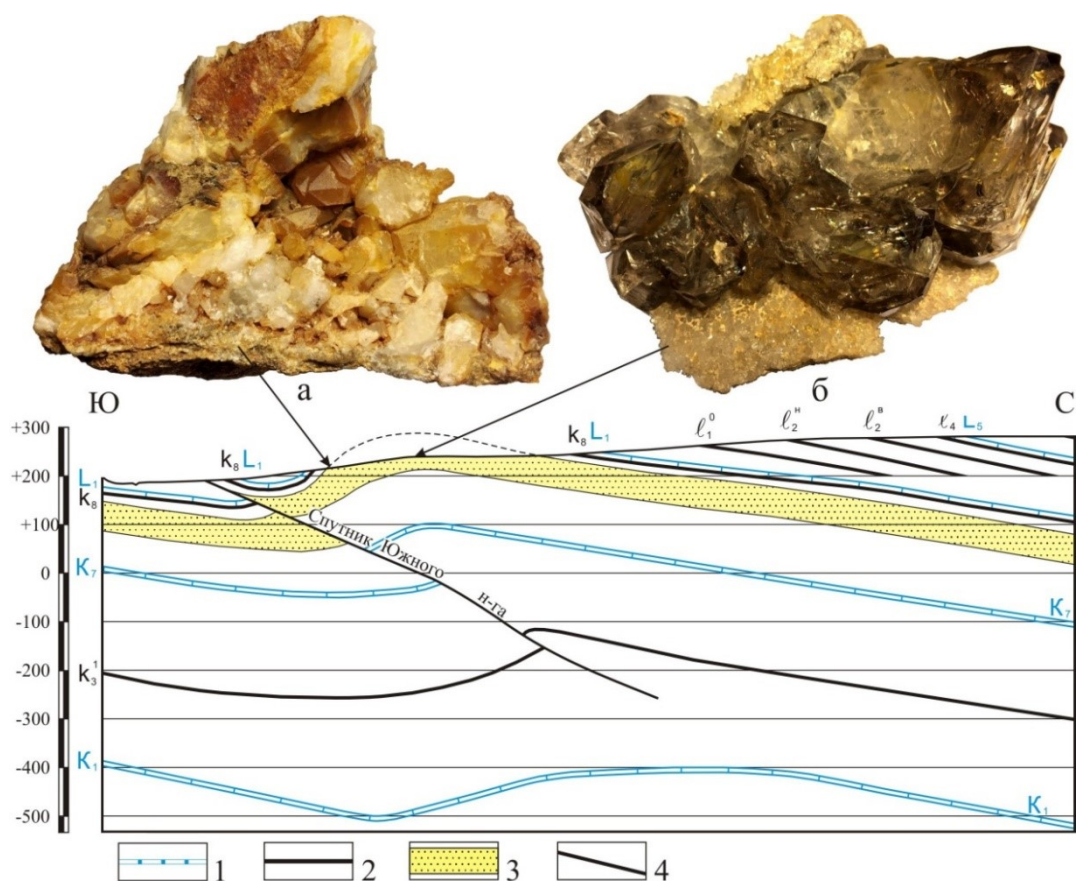


Рис. 4. Геологический разрез Софиевской брахиантиклинали: а — межпластовая плитообразная жила; б — межпластовая жила с друзовой текстурой. 1 — известняки; 2 — угли; 3 — песчаник; 4 — разрывное нарушение; На рисунке: а — межпластовая плитообразная жила с остаточной полостью; б — межпластовая жила с друзовой текстурой.

На крыльях брахиантиклиналей в грубозернистых кварцевых песчаниках часто встречаются межпластовые плитообразные жилы, которые выдержанны по простиранию, мощностью от 1–2 до 12 см (рис. 4 а). Нередко жилы сопровождаются остаточными полостями. Тела сложены жильным молочно-белым и серым кварцем, в полостях развиты двухвершинные кристаллы молочно-белого и серого кварца. Кристаллы кварца тектонически трещиноватые, трещины имеют различную ориентировку с мощностью раскрытия от 0,5 до 5 мм. Только в пределах присводовой

## ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЖИЛЬНЫХ ТЕЛ С КВАРЦЕМ ТИПА «ДИАМАНТОВ ДОНБАССА» СЕЛЕЗНЕВСКОГО УГЛЕННОГО РАЙОНА (СКЛАДЧАТЫЙ ДОНБАСС)

---

части брахиантиклиналей проявлены межпластовые тела с друзовой текстурой, относящиеся к седловидным жилам (рис. 4 б). Жильные тела довольно невыдержанные по падению, имеют резко выклинивающийся характер. Мощность раскрытия полостей жил до 25 см. Зальбанд сложен щетками горного хрусталя, в полостях развиты сростки кристаллов дымчатого кварца и горного хрусталя типа «диамантов Донбасса», ассоциирующие с диккитом, заполняющим свободное пространство полостей. Кристаллы дымчатого кварца размером свыше 2 см отличаются скелетным строением. На этих участках в протолочках жильных тел обнаружена киноварь [9].

Особая группа межпластовых жильных тел с «диамантами Донбасса» обнаружена в пределах брахискладок третьего порядка центральной части Селезневской синклинали. Здесь в глинистой пачке известняка L<sub>7</sub> довольно часто встречаются межпластовые жильные тела с раздувами, распространение которых субпараллельно стилолитовым текстурам субширотного простираения (разделяющими слои на расстоянии от 0,2 до 1 м). Наименьшая мощность жил (до 1 см) наблюдается вблизи стилолитов, резко увеличиваясь между ними (нередко достигает 25 см) с образованием остаточных полостей. Последовательность минералообразования в таких жилах довольно сложная: наиболее ранние генерации минералов представлены флюоритом, молочно-белым кварцем и кальцитом, более поздние — двуглавые кристаллы кварца типа «диамантов Донбасса», на самых последних стадиях происходила кристаллизация барита, прозрачного кальцита и диккита.

Подобное распространение жильных тел в Донецком бассейне также установлено в пределах Горловской антиклинали, где седловидные рудные залежи распространены в сводовой части структуры и контролируются сложным искривлением пластов песчаников, происходившем в процессе развития наложенных куполообразных складок [10].

### **ВЫВОДЫ**

На основании проведенных исследований установлено, что «диаманты Донбасса» связаны преимущественно с межпластовыми жилами в песчаниках и известняках и приурочены к брахискладкам третьего порядка Селезневской синклинали, сформированными во взбросовом поле напряжений ларамийской фазы альпийского тектоногенеза. Трещины в этих структурах контролировали пути циркуляции низкотемпературных гидротермальных растворов метаново-углекислотно-водного состава, с которыми связана кристаллизация «диамантов» в ассоциации с диккитом и киноварью. Нужно отметить, что кварц-диккит-киноварный тип оруденения (с присутствием двухвершинных кристаллов «диамантов») типичен для Никитовского рудного поля, Докучаевского, Амвросиевского и др. ртутных рудопроявлений [2, 11] вследствие чего присводовые части брахиантиклиналей краевых частей Селезневской синклинали следует рассматривать как перспективные участки для выявления минерализации подобного типа.

**Список литературы**

1. Levresse G., Tritlla J., Rosique A. R., Cardellach E., Rollion-Bard C., Pironon J., Sandoval S.J. Hydrocarbons in silica: PVTX properties of fluids and the genesis of diamond quartz from Caravia-Berbes Fluorite district (Asturias, Spain) // (2019) *Marine and Petroleum Geology*, 102, pp. 1–15. DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2018.11.039
2. Зациха Б. В. Кристаллогенезис и типоморфные особенности минералов ртутного и флюоритового оруденений Украины. Киев: Наукова думка, 1989. 192 с.
3. Гущенко О. И. Метод кинематического анализа структур разрушения при реконструкции тектонических полей напряжений. Поля напряжений и деформаций в литосфере. М.: Наука, 1979. С. 7–25.
4. Ребецкий Ю. Л. Тектонические напряжения и прочность горных массивов. М.: Академкнига, 2007. 406 с.
5. Попов В. С. Тектоника Донбасса / Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. М.: Госгеолтехиздат, 1963, Ч. 1. С. 103–152.
6. Гайдук В. В. Прокопьев А.В. Методы изучения складчато-надвиговых поясов. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. 159 с.
7. Шахов Ф. Н. Геология жильных месторождений. М.: Наука, 1964. 221 с.
8. Крайтер В. М. Структуры рудных полей и месторождений. М.: Госгеолтехиздат, 1956. 271 с.
9. Крисак О. С. Ассоциация киновари с диккитом и кварцем типа «диамантов Донбасса» в Селезневской синклинали Донбасса (по результатам шлихового опробования) // Практика геологов на производстве. Сборник трудов V Всероссийской студенческой научно-практической конференции. 2020. С. 9–11.
10. Корчемагин В. А. Трещинная тектоника, механизм и история раз-вития структуры Никитовского рудного поля: Дис. ... канд. геол-мин. Наук: 04.133 / В. А. Корчемагин; ДонНТУ. Донецк, 1970. 150 с.
11. Багатаев Р. М., Роговой В. М. Геологическое изучение и освоение Никитовских ртутных месторождений Донбасса (Украина). М.: Научный мир, 2011. 182 с.

**FEATURES OF THE STRUCTURAL LOCALIZATION OF VEIN BODIES  
WITH QUARTZ OF THE "DONBASS DIAMOND" TYPE IN THE SELEZNEVSK  
COAL-MINING REGION (FOLDED DONBASS)**

*Krisak O. S.<sup>1</sup>, Pavlov I. O.<sup>2</sup>, Popov Yu. V.<sup>3</sup>*

<sup>1,2</sup>*Donetsk National Technical University, Donetsk*

<sup>3</sup>*Institute of Earth Sciences, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation E-mail: <sup>1</sup>krisakoleg@gmail.com, <sup>3</sup>popov@sfedu.ru*

There are hydrothermal quartz and quartz-calcite veins with quartz crystals containing hydrocarbon inclusions ("Donbass diamonds") in strata of sandstone and limestone in the Seleznevsk coal-mining region (Folded Donbass). Structurally, the largest number of these veins is confined to third-order brachyantoclines in the marginal parts of the Seleznevskaya syncline. A feature of the brachyantoclines is the east-north-east and north-east strike, which cut the main direction of the folding of the Donetsk basin.

Based on the conducted tectonophysical studies, it was established that these structures were formed in the upthrust stress field of the Laramian phase of Alpine tectonogenesis. Structural and textural features of veins with "Donbass diamonds" depend on the deformation nature of the structures, as well as on the lithological features of the host rocks. The veins in strong coarse-layered limestones have a local spread and are confined to the zone of intense micro-folding in the near-arch part of the brachyantoclines only. The veins



belong to interstratal slip cracks. They have lenticular shape with residual cavities in the central part. The outer part of the veins consists of calcite druses, the central part includes crystals and fragments of smoky quartz and rock crystal with shiny facets (the so-called "Donbass diamonds").

Stronger plastic deformations are manifested in plastic clayey limestones in the hinge parts of the brachyanticlines. There were dragging folds formed there. Interstratal vein bodies with cavities are localized there. The shape of the veins is irregular, lenticular and elliptical. Residual cavities are often found in the veins. The surface of the veins is composed of milky-white calcite and fluorite.

Crystals of gray calcite and quartz, as well as double terminated crystals of smoky quartz and rock crystal of the "Donbass diamonds" type are observed in the cavities of the veins. Similar veins in the third-order brachyclines of the Seleznevsk syncline are controlled by steeply dipping stylolites.

In coarsely layered sandstones, the veins are confined only to the near-arch part of the brachyanticlines. The veins of the interstratal slip have a druze texture, which can be referred to as saddle-shaped. The surface of the veins is composed of small crystals of rock crystal. There are crystals of smoky quartz and rock crystal of the "Donbass diamonds" type in the cavities. The space of the cavities is filled with dickite. Cinnabar was found in the destroyed part of these veins.

It is concluded that the cracks in these structures controlled the circulation paths of low-temperature hydrothermal solutions of the methane-carbon dioxide-water composition, which are associated with the crystallization of "diamonds" in association with dickite and cinnabar. Quartz-dickite-cinnabar type of mineralization with "Donbass diamonds" is typical for many mercury ore occurrences in the Donetsk basin. Thus, brachyanticlines in the marginal parts of the Seleznevskaya syncline should be considered as promising places for revealing mineralization of this type.

**Keywords:** Seleznevsk syncline, Donbass, brachyanticline, thrust faults, upthrust-folds, interstratal veins, quartz, "Donbass diamond", quartz-dickite-cinnabar mineralization, Alpine tectonogenesis.

#### References

1. Levresse G., Tritlla J., Rosique A. R., Cardellach E., Rollion-Bard C., Pironon J., Sandoval S. J. Hydrocarbons in silica: PVTX properties of fluids and the genesis of diamond quartz from Caravia-Berbes Fluorite district (Asturias, Spain) // (2019) *Marine and Petroleum Geology*, 102, pp. 1–15. DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2018.11.039
2. Zatsiha B. V. Kristallogenezis i tipomorfnye osobennosti mineralov rtutnogo i flyuoritovogo orudneniy Ukrainy (Crystallogenesi and typomorphic features of mercury and fluorite mineralization minerals in Ukraine). Kiev, Naukova Dumka (Publ.), 1989, 192 p. (in Russian).
3. Gushchenko O. I. Metod kinematičeskogo analiza struktur razrusheniya pri rekonstruktsii tektoničeskikh poley napryazheniy. Polya napryazheniy i deformatsiy v litosfere (Method of kinematic analysis of fracture structures during reconstruction of tectonic stress fields. Stress and strain fields in the lithosphere). Moscow: Nauka (Publ.), 1979. P. 7–25. (in Russian).
4. Rebetskiy Yu. L. Tektoničeskiye napryazheniya i prochnost' gornykh massivov (Tectonic stresses and strength of mountain ranges). Moscow, Akademkniga (Publ.), 2007, 406 p. (in Russian).
5. Popov V. S. Tektonika Donbassa. / Geologiya mestorozhdeniy uglya i goryuchikh slantsev SSSR (Tectonics of Donbas. In the book: Geology of coal and oil shale deposits in the USSR). Moscow, Gosgeoltekhizdat (Publ.), Part I., 1963. P. 103–152. (in Russian).

6. Gaiduk V. V., Prokopyev A. V. *Metody izucheniya skladchato-nadvigovykh poyasov (Methods for studying fold-thrust belts)*. Novosibirsk, Nauka Sibirskoye predpriyatiye RAN (Publ.), 1999, 159 p. (in Russian).
7. Shakhov F. N. *Geologiya zhil'nykh mestorozhdeniy (Geology of vein deposits)*. Moscow: Nauka (Publ.), 1964. 221 p. (in Russian).
8. Crater V. M. *Struktury rudnykh poley i mestorozhdeniy (Structures of ore fields and deposits)*. Moscow, Gosgeoltekhizdat (Publ.), 1956. 271 p. (in Russian).
9. Krisak O. S. Association of cinnabar with dikkite and quartz of the "Donbas diamonds" type in the Seleznevsk syncline of Donbas (based on the results of schlich sampling) [Practice of geologists in production]. Proceedings of the V All-Russian Student Scientific and Practical Conference. Rostov-on-Don, 2020. P. 9–11. (in Russian).
10. Korchemagin V. A. *Treshchinnaya tektonika, mekhanizm i istoriya razvitiya struktury Nikitovskogo rudnogo polya (Fracture tectonics, mechanism and history of the development of the structure of the Nikitovsky ore field): The dissertation to Geol-min. Science: 04.133*. Donetsk, 1970. 150 p. (in Russian).
11. Bagataev R. M., Rogovoy V. M. *Geologicheskoye izucheniye i osvoyeniye Nikitovskikh rtutnykh mestorozhdeniy Donbassa (Ukraine)*. (Geological survey and development of Nikitovsk mercury deposits in Donbass (Ukraine)). Moscow, Nauchnyi mir (Publ.), 2011. 182 p. (in Russian).

*Поступила в редакцию 30.09.2021 г.*