

11. Луккин А. Е. О происхождении шунгитов // Геол. журн. – 2005. – № 4. – С. 28–47.
12. Богатиков О. А., Мохов А. В., Карташов П. М. и др. Микрочастицы рудных минералов в лунном реголите из Моря Изобилия // Докл. АН. – 2004. – **395**, № 6. – С. 803–807.
13. Луккин А. Е. Литогеохимические факторы нефтегазоаккумуляции в авлакогенных бассейнах. – Киев: Наук. думка, 1997. – 225 с.
14. Луккин А., Савиных Ю., Донцов В. О самородных металлах в нефтегазоносных кристаллических породах месторождения Белый Тигр (Вьетнам) // Геолог Украины – 2007. – № 2. – С. 30–42.
15. Тренигин М. В., Козлов А. Г., Низовский А. И. и др. Активированный алюминий: особенности получения и применения в синтезе катализаторов нефтехимии и нефтепереработки // Рос. хим. журн. – 2007. – **5**, № 4. – С. 126–131.

Институт геологических наук НАН Украины, Киев

Поступило в редакцию 16.06.2008

УДК 553.452:551.735.1(477.6)

© 2008

С. А. Мачулина

Геологические условия формирования “черного курильщика” в Донбассе

(Представлено членом-корреспондентом НАН Украины А. Ю. Митропольским)

For the first time in Ukraine in the southwest part of the Donbas in Lower Tournaisian sediments, a “black smoker” sulfide hydrothermal formation, is found. The discovery of the “black smoker” and the large sulfide show of ores in the Stila quarry testify to the development of a paleohydrothermal field, which allows us to assume the presence of a deposit of pyrite-polymetallic ores in depth.

Во время полевых исследований, которые проводились в юго-западной части Складчатого Донбасса, в нижнетурнейских карбонатных отложениях Стыльского карьера была обнаружена сульфидная постройка гидротермального типа — “черный курильщик” (рис. 1). В Украине — это первая находка древнего “черного курильщика”. Интерес геологов к подобным сульфидным образованиям обусловлен открытием на дне океанов современных “черных курильщиков” и связанных с ними залежей массивных медно-цинковых колчеданных руд. Последние характерны также для древних осадочно-метаморфических комплексов, поэтому исследование современных и древних “черных курильщиков” имеет большое научное и прикладное значение, позволяющее глубже изучить процессы гидротермального рудообразования и определить критерии прогнозирования месторождений колчеданно-полиметаллических руд.

Современные “черные курильщики” — это сульфидные постройки на дне океанов, которые имеют вид конусов или труб, достигающих в высоту нескольких десятков метров. Над ними поднимаются клубы черного “дыма”, представляющие собой потоки горячего гидротермального флюида, насыщенного газами и сульфидами металлов. Температуры этих потоков над жерлами “курильщиков” составляют 300–400 °С. Несмотря на это, вокруг гидротермальных источников наблюдаются оазисы подводной жизни. Сульфидные трубы “курильщиков” снаружи окутаны скоплениями бактерий, которые могут выживать при 120 °С

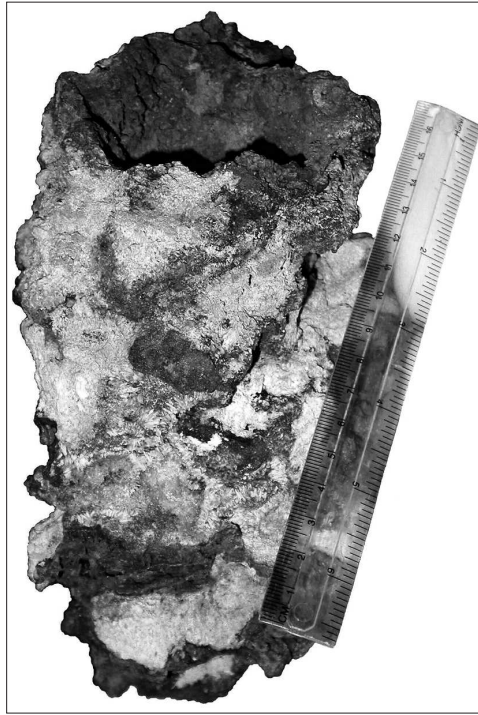


Рис. 1. Донбасский “черный курильщик”

и поглощать сероводород и метан. Они образуют своеобразные наросты — “бактериальные маты”. Недалеко от сульфидных построек, где температуры падают до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ и меньше, в сероводородном субстрате обитает множество других организмов, существующих в симбиозе с бактериями. Жизнь в этих подводных оазисах определяется не фотосинтезом, а процессами хемосинтеза и метанотрофии [1].

“Черные курильщики” располагаются в океанических рифтах разного типа, образуя огромные гидротермальные поля в виде гор, сложенных сотнями тысяч тонн колчеданно-полиметаллических руд. Гидротермальные растворы могут далеко разносить рудное вещество и отлагать на океаническом дне металлоносные осадки [2, 3].

Первое в мире гидротермальное поле с “черными курильщиками” обнаружили в 1977 г. американские исследователи (Джон Эдмонд и Карена фон Дамм) на подводном аппарате “Алвин” в районе Галапагосского рифа на глубине около 3 тыс. м. Вслед за этим “черные курильщики” были открыты на Восточно-Тихоокеанском поднятии, в рифтовой долине Срединно-Атлантического хребта, и в прибортовых зонах задуговых и междуговых рифтов. За последние десятилетия в океане обнаружено более 30 активных и множество реликтовых гидротермальных полей (всего около 100) [1].

Древние “черные курильщики” и их обломки встречаются не часто. До недавнего времени считалось, что наиболее древним гидротермальным постройкам ~ 400 млн лет. Однако в 2007 г. были обнаружены обломки “черного курильщика” со следами протерозойских микроорганизмов в одной из шахт на севере Китая. Среднедевонские “черные курильщики” были найдены на медно-цинково-колчеданных месторождениях Яман-Касы, Александрийском, Сибайском (Южный Урал) [4]. Известны гидротермальные сульфидные постройки миоценового и более молодого возраста.

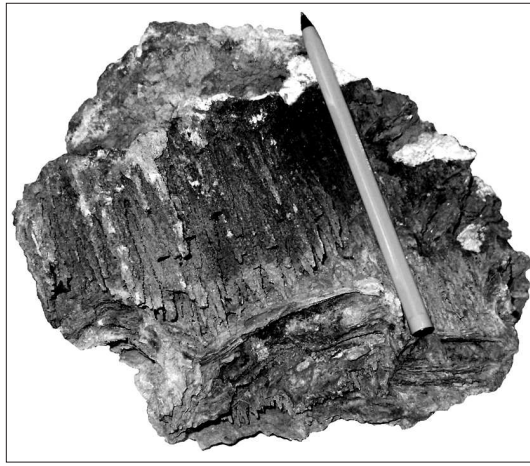


Рис. 2. Тыльная сторона донбасского «черного курильщика» с пиритовыми «сосульками»

Результаты исследований. Стыльский карьер расположен в юго-западной части Складчатого Донбасса в зоне Волновахского глубинного разлома. «Черный курильщик» обнаружен в южной стенке карьера, которая расчленена тремя крупными поперечными разломами на отдельные блоки. В зонах этих разломов наблюдаются наклонно падающие ($10\text{--}20^\circ$ и $45\text{--}90^\circ$) блоки терригенно-карбонатных пород турнейского и визейского возрастов. Здесь же обнажена дайка, сложенная трахиандезитовым порфиритом с ксенолитами алмадин-пиропов и хромшпинелидов [5]. Вдоль дайки карбонатные породы интенсивно переработаны процессами метасоматоза. В юго-западной части карьера взрывными работами было выявлено крупное проявление сульфидной руды в виде жил, заполняющих широкие трещины в доломитах. Сульфидная руда представлена бугровидными мелкозернистыми и почти сливными агрегатами пирита, что свойственно гидротермальным месторождениям главной стадии минерализации. В месте находки «черного курильщика» наблюдались линзы (длина 3 м, толщина 30–40 см) мелкозернистого пирита необычного серебристого цвета. Рядом в трещинах пористых доломитов были обнаружены натечные агрегаты пирита в виде «щеток» из коротких (3–4 см) стержнеобразных образований бурого и темно-желтого цвета с зеленой побежалостью. В турнейских доломитизированных известняках противоположной стенки карьера (северной) были найдены крупные сростки сульфидов в виде труб диаметром 20–60 см и длиной 30–65 см. Они сложены многочисленными коническими «стержнями» диаметром 4–10 мм, на которых видны бугристые образования пирита. Пирит содержит в качестве элемента-примеси серебро (0,052–0,079%) [6].

Найденный «черный курильщик» имеет в длину 20 см. Его нижняя часть немного сплюснута, а «днище» деформировано и представляет собой пластинчатое образование, отражая последовательное, но прерывистое отложение сульфидного вещества (рис. 2). Толщина пиритовых пластин 0,2–0,5 мм. Не все они плотно прилегают друг к другу. Между некоторыми пластинами есть зазоры (3–5 мм) и пустоты, через которые свободно просачивались гидротермальные флюиды. «Жерло» курильщика в широкой части имеет диаметр 5–6 см. Его края равномерно утолщены (1–1,5 см). Книзу «жерло» постепенно сужается. Внутри него видны комковатые натечки сульфидного вещества бурого цвета. На одной из боковых поверхностей «курильщика» висят многочисленные образования конической формы, напоминающие «сосульки» длиной от 0,5 до 6,0 см (см. рис. 2). По результатам микроскопического

исследования установлено, что “сосульки” состоят из бугристых пористых агрегатов пирита и копьевидных зерен марказита. Эта сторона “черного курильщика” располагалась в пустотном пространстве, что способствовало свободному росту пирит-марказитовых “сосуллек”. Противоположная сторона “черного курильщика” несет на себе следы прикрепления к доломитовым породам.

Судя по внешней форме (сплюснутый и деформированный низ, круглое широкое “жерло”), найденный сульфидный “черный курильщик” сформировался в трещиноватой зоне, по которой поднимались высокотемпературные гидротермальные флюиды, содержащие сульфиды металлов. Густонасыщенные флюиды охлаждались в придонных водах раннетурнейского моря, а сульфиды металлов оседали, формируя своеобразную сульфидную постройку с натечными пиритовыми образованиями. Осаждение FeS_2 проходило при участии прокариотных серобактерий, пиритизированные кокки которых обнаружены при электронно-микроскопических исследованиях в лаборатории Института геологических наук НАН Украины.

Таким образом, многочисленные обломки сульфидных труб, собранные на различных участках исследуемого карьера, и находка “черного курильщика” в неразрушенном состоянии позволяют говорить о развитии здесь реликтового гидротермального поля с многочисленными сульфидными постройками, захороненными в метаморфизованных осадках. Гидротермальное поле формировалось в зоне восходящего высокотемпературного флюидного потока в условиях Стыльского горста. Признаками этих процессов являются обширные зоны измененных метасоматозом карбонатных пород, крупные гнезда и жилы кальцита, проявления сульфидных и железомарганцевых руд гидротермального генезиса, углеродистый метасоматоз, аутигенное минералообразование и др.

Юго-западная часть Складчатого Донбасса — одна из наиболее благоприятных зон для поисков гидротермальных образований типа “черных курильщиков” и залежей колчеданно-полиметаллических руд. Здесь выявлен широкий спектр магматических комплексов, сохранились различные типы тектонических структур, а в палеодепрессиях сформировалось специфическое осадконакопление с черносланцевой (эвксинной) и наложенным подводным вулканизмом, которые сопровождают формирование “черных курильщиков”.

В целом активные гидротермальные процессы на дне раннетурнейского моря южной окраины Складчатого Донбасса (части древнего палеорифта) проявлялись за счет активного взаимодействия морской воды и разогретого глубинного магматического очага.

1. *Короновский Н. В.* Гидротермальные образования в океанах // Сорос. обозрев. журн. – 1999. – № 9. – С. 55–62.
2. *Лисицын А. П., Богданов Ю. А., Гуревич Е. Г.* Гидротермальные образования рифтовых зон океана. – Москва: Наука, 1990. – 256 с.
3. *Леш А. Ю., Москалев Л. И., Богданов Ю. А., Сагалевич А. М.* Гидротермальные системы океана и жизнь // Геохимия. – 2000. – № 5. – С. 25–30.
4. *Зайков В. В., Шадлул Т. Н., Масленников В. В., Бортников Н. С.* Сульфидная залежь Яман-Касы – древний “черный курильщик” Уральского палеоокеана // Геология рудн. месторождений. – Москва: Наука, 1995. – С. 511–529.
5. *Мачулина С., Шем’якіна Т., Касниця В.* Ксенокристалли хромшпінеліду й альмандин-піропу із дайки трахіандезитового порфіриту в Стыльському кар’єрі (Приазов’я) // Геолог України. – 2006. – № 4. – С. 28–34.
6. *Мачулина С. А., Безуглая М. В.* О находке крупных сталактитоподобных образований пирита в карбонатных породах Стыльского карьера южного Донбасса // Геол. журн. – 2004. – № 4. – С. 97–99.