

Член-корреспондент НАН Украины А. Е. Лукин

О самородном вольфраме в породах нефтегазоносных комплексов

Знахідки різноманітних за морфологією часток самородного вольфраму в різних породах нафтогазоносних комплексів розглянуто в зв'язку з його загальними геотімічними та металогенічними рисами.

Памяти Владимира Николаевича Воеводина — крупнейшего специалиста по металлогении и рудогенезу вольфрама

На протяжении последних 30 лет, начиная с открытия в 1978 г. самородного алюминия в восточно-сибирских траппах (Б. В. Олейников) и южно-уральских золотоносных кварцевых жилах (М. И. Новгородова), химическое разнообразие известных самородных металлов, природных сплавов и интерметаллидов существенно возросло, причем в значительной мере за счет окси- и халькофильных элементов, самородное состояние которых в земной коре и, тем более, в ее осадочной оболочке является термодинамически запрещенным.

По мере дальнейшего развития минералогических исследований на наноуровне химическое разнообразие дисперсных самородно-металлических частиц (ДСМЧ) и кластеров будет неуклонно возрастать, кардинально меняя наши представления о роли глубинных флюидов в процессах минерало-, рудо- и нефтегазообразования. Однако уже имеющиеся данные, в частности, полученные в результате целенаправленного изучения обширной (свыше 2000 проб) коллекции пород и других естественных минеральных агрегатов разновозрастных (докембрий — кайнозой) комплексов различных нефтегазоносных бассейнов, свидетельствуют об их связи с суперглубинными геосферами (слой D'', внешнее ядро) и с разнообразием механизмов их формирования (захват расплавленных капель из гомогенных и ликвационно-дифференцированных систем, кавитация, сублимация и т. п.). Это подтверждается стохастическим характером распределения ДСМЧ в породах и флюидах (включая самородно-металлические частицы и кластеры в нефтях и конденсатах), наличием ореолов ДСМЧ вокруг различных в основном кимберлитовых трубок взрыва.

Разумеется, до достаточно полного понимания закономерностей формирования ДСМЧ в породах и флюидах внешних оболочек Земли, выяснения природы этого явления, а также его геодинамического и геофлюидодинамического осмысления еще далеко. Неясно также, как возникают включения самородных металлов (в особенности таких, как Al, Zn, Cr и др.) в магматических породах и гидротермальных жилах, как сосуществуют в этих парагенетических ассоциациях одни и те же металлы в самородном состоянии, в форме сульфидов и оксидов¹? Пока же идет накопление фактического материала, причем возрастает не только элементарно-химическое разнообразие находок самородно-металлических включений (прежде всего, за счет новых природных сплавов и интерметаллидов, часто не имеющих искусственных аналогов), но и неуклонно расширяется географический, возрастной

¹В данном случае речь идет об эндогенных минеральных ассоциациях, а не о самородных благородных металлах и меди в зоне гипергенеза.

и формационный диапазоны их распространения. При этом увеличивается разнообразие форм их проявления (открытие, наряду с макровключениями и ДСМЧ, твердых растворов различных металлов в цеолитах и других силикатах, металлических пленок на кристаллах алмазов и т. п.). Все это подтверждает “вывод о том, что минералогический парадокс сосуществования гидроксил- и водосодержащих минералов с минералами резко восстановительной безводной среды кристаллизации — явление, распространенное шире, чем это сейчас представляется” [1, с. 3]. В частности, среди ассоциаций самородных металлов, наряду с уже известными в метеоритах и лунных породах, земных магматических (базальтоиды трапшов, кимберлиты), постмагматических гидротермальных минеральных парагенезах, есть все основания для выделения генетически обусловленной ассоциации ДСМЧ (и их спутников — карбидов, силицидов) в породах, жильных агрегатах и нафтидах (битумах, нефтях, конденсатах) нефтегазоносных бассейнов [2], которая, более того, характеризуется максимальным химическим и минералогическим разнообразием ДСМЧ. Именно в этом генетическом типе силицид-карбидно-самороднометалльной минерализации наиболее четко проявилась пространственно-временная связь крупных ареалов нефтегазоаккумуляции и сопутствующих им ореолов ДСМЧ с мантийными диапирами — плюмами, под которыми в свете современных геофизических, петрологических, геохимических и тектоногеодинамических представлений Н. Л. Добрецова, Ф. Е. Летникова, А. А. Маракушева, И. Д. Рябчикова, В. Е. Хаина и других исследователей “понимаются гигантские отщепления вещества от внешнего жидкого ядра Земли, достигающие земной поверхности” [3, с. 779]. Последнее проявляется в различных областях интенсивного вулканизма и эксгаляционно-гидротермальной деятельности. Поэтому очень важными являются данные, полученные вулканологами (Г. С. Штейнберг, Р. В. Бочарников, М. А. Коржинский, С. Ф. Главатских и др.). При экспериментальном (каптирование фумарол-кварцевыми трубками) изучении высокотемпературных газовых струй вулканов Толбачик (Камчатка) и Кудрявый (Курилы, о. Итуруп) в их сублиматах были установлены сферические и пластинчатые частицы самородного железа, Pt, Au, Ti, Al, Si (а также продуктов эвтектической кристаллизации Al и Si), а в их конденсатах — около 50 элементов [4], в том числе и W. Причем, по сравнению с Si, Al, Fe, Zn, As, Pb, а также Hg, Sn и др., его концентрации незначительны, но выше, чем у Re, который, тем не менее, образует самостоятельную сульфидную (а возможно, и самородную) минерализацию. Поэтому заслуживает особого внимания сообщение о первых находках самородных вольфрама и серебра в эксгаляционных продуктах Большого трещинного Толбачикского извержения [5, с. 523]. При всей важности исследований современного минералообразования вообще и эндогенного в особенности, следует отметить, что открытие той или иной метастабильной фазы в момент ее образования еще не означает возможность сохранения ее в ископаемом (s.l.) минеральном агрегате (породе, жиле и т. п.). А именно этот геоминералогический критерий является главным при оценке реальных природных процессов образования того или иного минерала, что в полной мере относится и к самородным оксифильным металлам. Их находки в аллювии и других генетических типах современных отложений, в которых весьма велика возможность присутствия артефактов, еще более проблематичны. Однако в свете открытия их в породах и других природных минеральных агрегатах и указанные находки могут приобретать существенно иное значение.

Как показано ранее [2, 6], основная часть металлических наночастиц и кластеров в нефтегазоносных коллекторах, покрышках и нафтидах (битумах, нефтях, конденсатах) образовалась непосредственно из безводных сверхсжатых высокоэнтальпийных поликомпонентных (H, C, S, N, Fe и др.) безводных водородно-углеводородных флюидов в результате

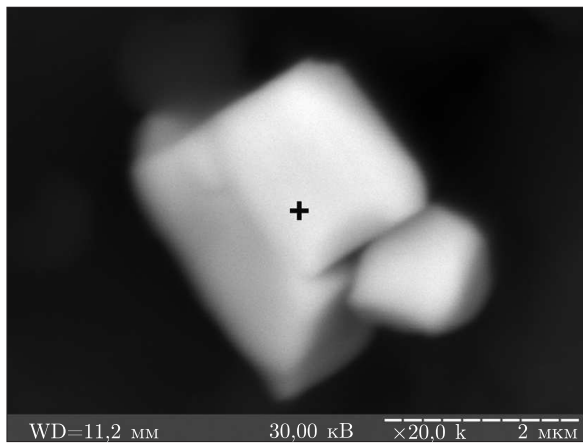
процессов кавитации, сублимации и др. [2, 6]. Что же касается более крупных частиц, нередко с признаками твердофазного и эвтектического распада, то они представляют собой капли (“брызги”) расплава, возникающие при взрывах “газовых пузырей” на границе мантия — ядро и захваченные восходящими флюидными потоками [2, 6]. Следовательно, варьирующие в широких пределах (от 90–100% для самородного железа до 0,1% и менее для Ag, Co, Cd, In и др.) частоты встречаемости различных металлов в самородном состоянии должны в какой-то мере соответствовать составу слоя D'' и внешнего ядра. Поэтому открытие в составе данной ассоциации любого элемента в самородном состоянии представляет первостепенный интерес как для выяснения особенностей их металлогении, так и для решения ряда глобальных проблем, связанных с происхождением, строением и химическим составом, флюидно-петрологической и тектоногеодинамической эволюцией Земли. Особый интерес представляет обнаружение в самородном состоянии редких (в составе земной коры) элементов. Это в полной мере относится к такому металлу, как W. Несмотря на его низкие кларки во внешних оболочках Земли (0,0055% в земной коре, отсутствие следов вольфрама в морской воде), его основные минералы давно известны (вольфрам, переименованный после открытия одноименного элемента в вольфрамит, упоминается еще в 1556 г. в известном труде Г. Агриколы; тунгстенит, переименованный позже в шеелит, — в 1758 г.). Уникальные свойства вольфрама, который занимает первое место среди металлов по удельной плотности (в 1,7 раза больше, чем у свинца), температурам плавления (3410 °С) и кипения (6690 °С — температура поверхности Солнца, в спектре которого вольфрам отсутствует), определили его уникальную роль в металлургии, в производстве сверхпрочных и сверхтвердых сплавов, электроламп накаливания и т. п. [7].

Основные “черты” минералогии вольфрама в земной коре — ярко выраженная оксифильность, а также галофильность — в сочетании с низкими кларками в породах земной коры не позволяли рассчитывать на присутствие его в самородном состоянии. Действительно, достоверных данных о самородном вольфраме в литературе нет. Он не упоминается в современных справочниках по минералогии, включая и обобщающие монографии по самородным металлам [1, 8]. Нет самородного вольфрама и среди минералов, утвержденных Международной минералогической ассоциацией (IMA) в последние годы. Впрочем, в отдельных публикациях самородный вольфрам упоминался. Так, о находках разнообразных по форме (спирали, кольца, цепочки) частиц (10–100 мкм) с содержанием W свыше 99% в современном и четвертичном аллювии рек Приполярного Урала (Кожим, Народа, Балбанью и др.), а также в горном аллювии и пролювии Таджикистана при поисках рассыпного золота и алмазов сообщалось в ряде статей и заметок, опубликованных в 1991–2008 гг. в газетах “Комсомольская правда”, “Литературная газета” и др., а также в многочисленных интернетовских сообщениях. Находки привлекли внимание средств массовой информации как возможные артефакты инопланетного происхождения, хотя в комментариях экспертов-геологов (Н. В. Румянцев, Е. В. Матвеева и др.) высказывалось мнение о естественном происхождении этих частиц, в том числе и “минипружинок” техногенного облика. Косвенным подтверждением их естественно-самородной природы являются недавно опубликованные данные о самородных металлах в ореолах кимберлитовых трубок Архангельской алмазной провинции [9]. Изучение 50 образцов разновозрастных осадочных толщ, вмещающих кимберлитовые тела, на сканирующем электронном микроскопе с энергодисперсионной приставкой позволило А. Б. Макееву с соавторами [9] установить разнообразные по морфологии и размерам (4–100 мкм) выделения девяти самородных металлов, пятнадцати природных сплавов и интерметаллидов. В таблице химического состава самородных

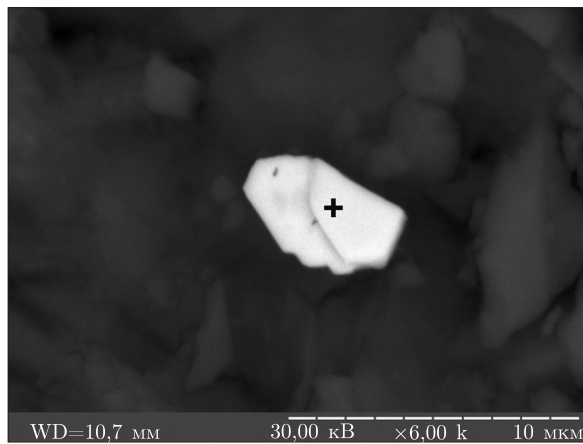
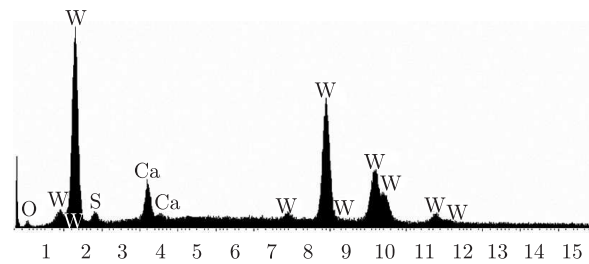
фаз [9, с. 679] приведен и вольфрам — наиболее редкий (всего в 2 пробах из 50) из девяти обнаруженных здесь металлов. Наряду с золотом (установлено в 3 пробах из 50), вольфрам существенно чище других, более распространенных здесь ДСМЧ, и содержит свыше 99% W с примесями Fe, Ni, Cu и Sn. К сожалению, никаких данных по морфологии частиц W в статье [9] не приведено. Однако, учитывая данные по морфологии других ДСМЧ (цепочечные, стопочные, петлевидные и т. п.), можно предполагать, что упоминавшиеся находки вольфрама в плейстоцен-четвертичном аллювии рек Приполярного Урала образовались в результате взрывных процессов кимберлитобразования и были переотложены при размыве разновозрастных толщ, вмещающих кимберлитовые тела. Ранее автором данного сообщения была выделена отличная от обычных горных пород и жил специальная группа естественных минеральных агрегатов — пригожинитов, образующихся при природных взрывных процессах [10]. Среди их отличительных особенностей, наряду с большим (до 30 и более) количеством минеральных фаз, зачастую термодинамически несовместимых, отмечено удивительное морфологическое многообразие минеральных частиц (в том числе самородно-металлических) и их агрегатов [10].

Присутствие вольфрама отмечено в составе самородно-металлической ассоциации уникального платинозолоторудного месторождения Сухой Лог (Байкальская металлогеническая провинция, Ленский золоторудный район), стратиформные и штокверковые залежи которого приурочены к рифейским черным сланцам [11]. В приведенной таблице [11, с. 52], наряду с ранее известным Au, Ag, отмечено присутствие в самородном состоянии Pt, Fe, Sn, Pb, Cu, Ti, Cr, Al и W. Кроме того, в обширном перечне разнообразных (самородные металлы, металлические твердые растворы и интерметаллиды, сульфиды, арсениды и сульфидарсениды, теллуриды и сульфотеллуриды, селениды, сульфосоли, оксиды, фосфаты и др.) минералов этого месторождения отмечены: интерметаллид Fe — Cr — W, шеелит и вольфрамит. Размеры, морфология, химический состав и взаимоотношение выделений самородного вольфрама (и других W-содержащих минералов) с различными самородными, сульфидными и прочими фазами в статье [11] не охарактеризованы. Тем не менее, нет сомнений в реальности этой геохимически аномальной суперглубинной минеральной ассоциации, весьма сходной с парагенезисами, с одной стороны, щелочно-ультраосновной магматической формации, а с другой — разновозрастных нефтегазоносных формаций различных рифтогенных нефтегазоносных бассейнов [2].

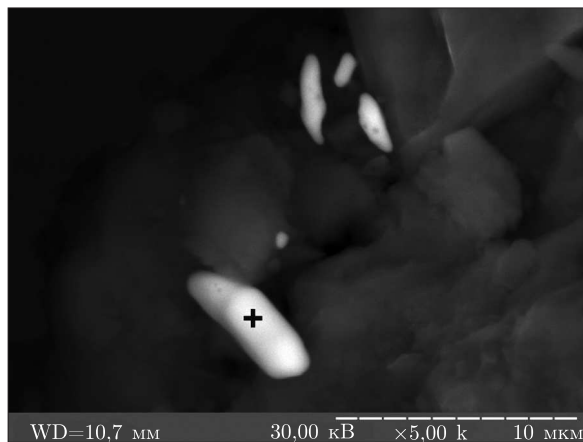
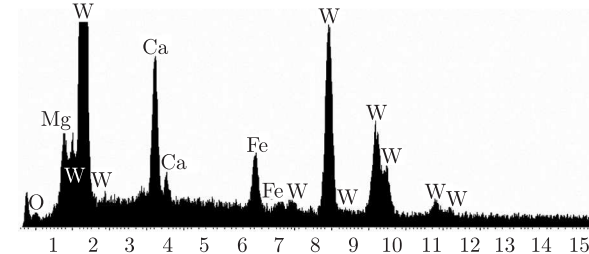
При изучении пород продуктивных комплексов Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ) и других нефтегазоносных регионов было установлено широкое распространение в разнообразных по петрографическому составу породах-коллекторах и породах-покрышках (песчаники, известняки, глины и аргиллиты, соль, граниты и т. п.) ДСМЧ, представленных разнообразными металлами, природными сплавами и интерметаллидами. При этом, наряду с Fe, Cu, Ni, Cr, Zn, Pb, Sn, их природными сплавами, твердыми растворами и интерметаллидами, установлено присутствие гораздо более редких в самородном состоянии элементов (Ti, Al, Ag и др.), среди которых, наряду с вольфрамитом и шеелитом (рис. 1), отмечен и самородный вольфрам (рис. 2–4). Его крайне низкая (для изученной коллекции — менее 0,01%) частота встречаемости сочетается с петрографическим разнообразием субстрата. Самородный вольфрам обнаружен в коллекторах-метасоматитах, образованных по катагенетически окварцованным и силицит-кварцевым песчаникам нижнего и среднего карбона центральной части ДДВ и нижней юры Среднеширотного Приобья (см. рис. 2, а, б); по породам докембрийского фундамента северного борта ДДВ (см. рис. 2, в), а также визейским гидрокарбонелитам (черным сланцам, доманикоидам) центральной части ДДВ



a



b



в

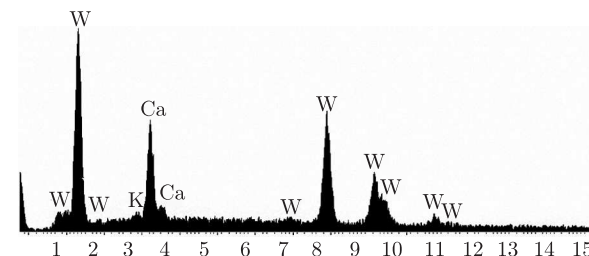


Рис. 1. Шеелит в различных породах нефтегазоносных комплексов:
 а — приштоковая брекчия дробления (ДДВ, Скоробогатьковское газоконденсатное месторождение, скв. 380, гл. 3981–3990 м); б — метасоматически преобразованный амфиболит докембрийского кристаллического фундамента (ДДВ, Юльевское газоконденсатное месторождение, скв. 2, гл. 3772–3776 м); в — рифейский доломит (Восточная Сибирь, Юрубчено-Тохомская зона, Куямбинское нефтяное месторождение, скв. 229, гл. 2711–2719 м)

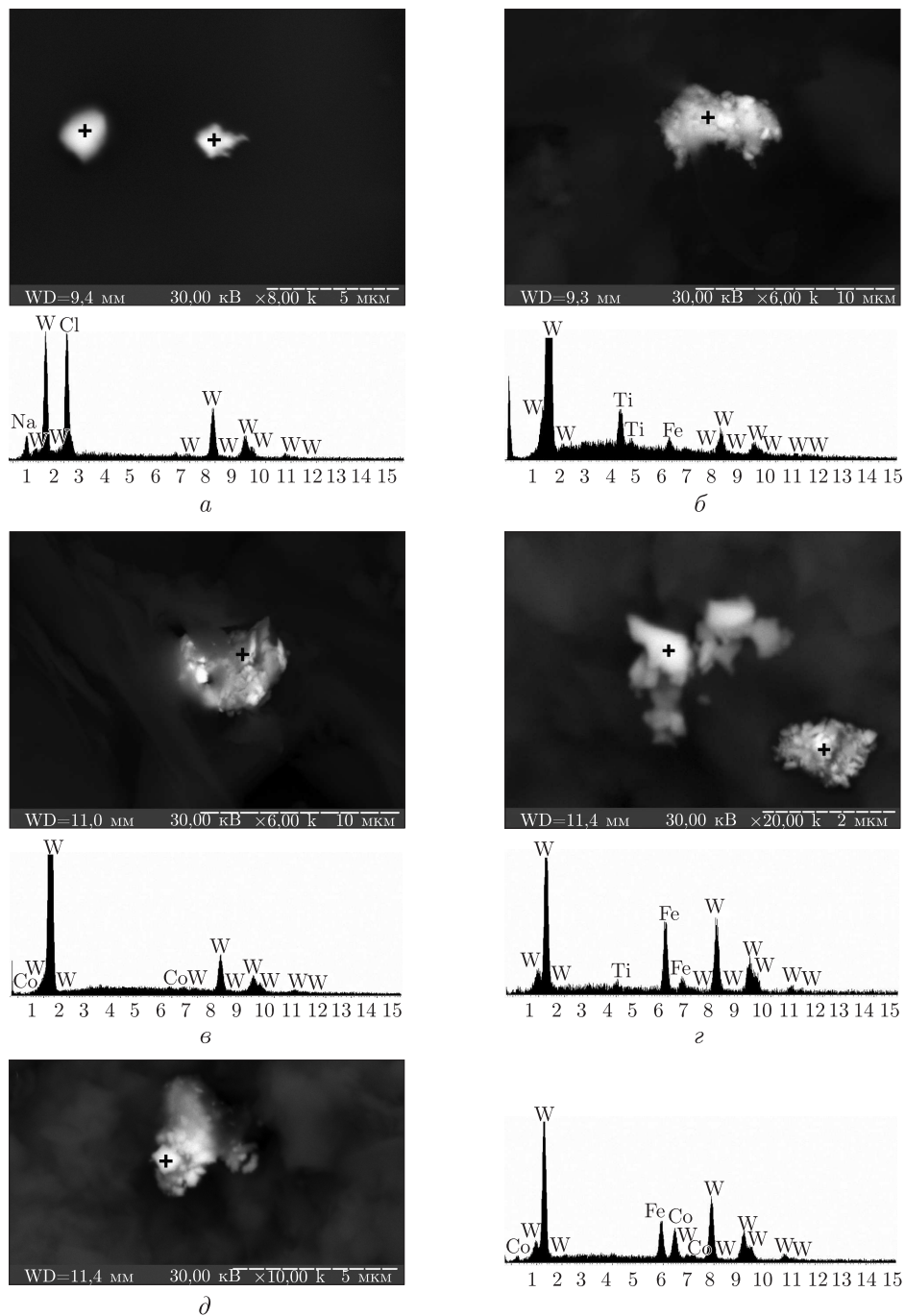


Рис. 2. Самородный вольфрам в метасоматически преобразованных породах нефтегазоносных комплексов: *a* — нижнекаменноугольный кварцитопесчаник (ДДВ, Яблуновское газоконденсатное месторождение, скв. 4, гл. 5190–5200 м); *б* — нижнеюрский силицит-кварцевый песчаник (Западная Сибирь, Талинское нефтяное месторождение, скв. 6500, гл. 2676–2680 м); *в* — амфиболит докембрийского фундамента (ДДВ, Юльевское газоконденсатное месторождение, скв. 1, гл. 3519–3529 м); *г, д* — нижнекаменноугольный (визейский ярус, ХПа микрофаунистический горизонт) гидрокарбонатный (черный аргиллит-доманикоид), самородный вольфрам в агрегате с самородным железом, природными сплавами (?) железа, титана, кобальта, калия (ДДВ, Божковская площадь, скв. 1, гл. 5056–5063 м)

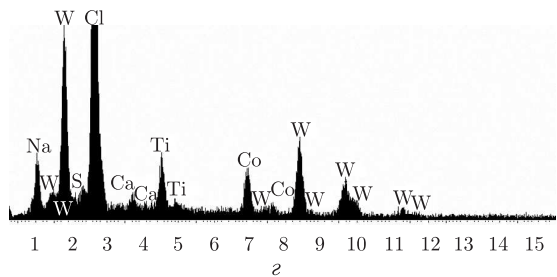
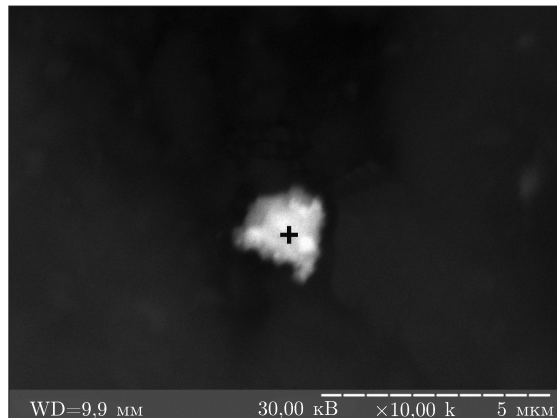
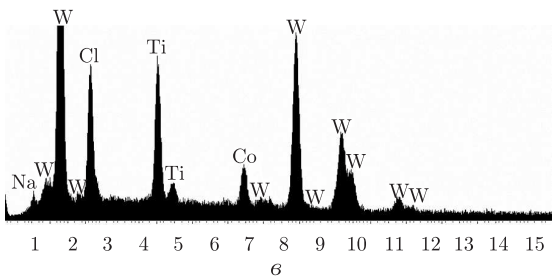
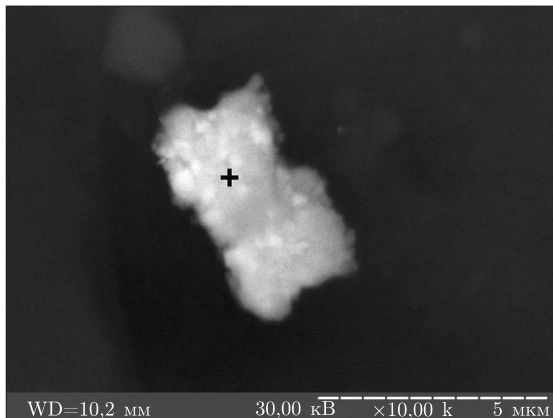
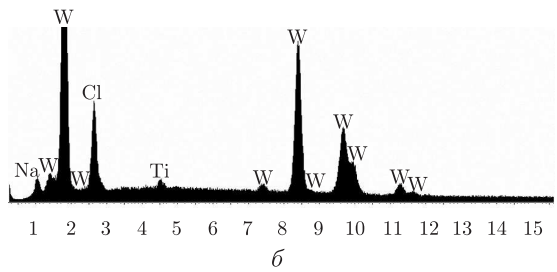
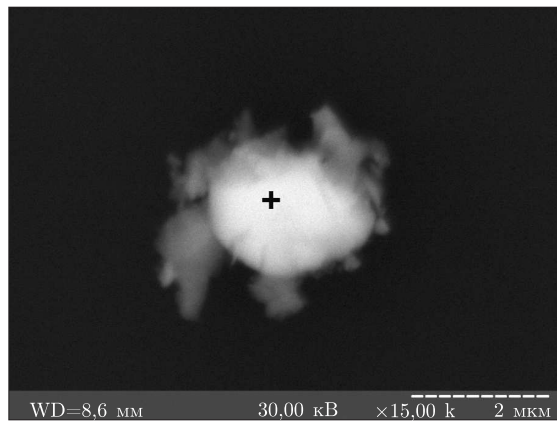
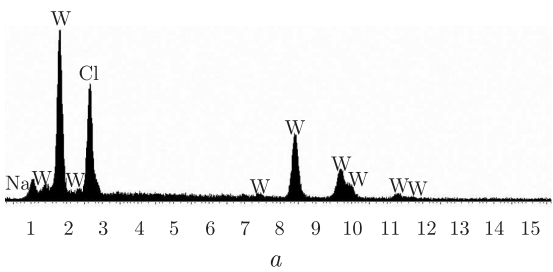
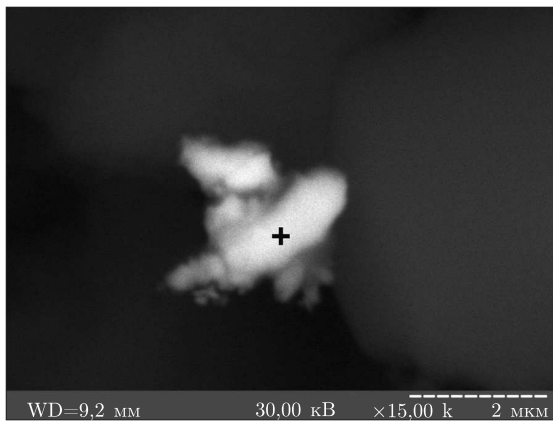


Рис. 3. Самородный вольфрам (в агрегате с галитом) в верхнедевонской соли ДДВ:
a, б, в — Беевская площадь, скв. 382, гл. 4725–4730 м; *г* — Гавришевская площадь, скв. 21, гл. 4476–4493 м

(см. рис. 2, *г*), которые вмещают и экранируют газоконденсатные и нефтяные залежи. Среди объектов, в которых обнаружены самородный вольфрам, его сплавы (возможно, и интерметаллиды) и агрегатные сростки с другими минералами (включая самородные металлы),

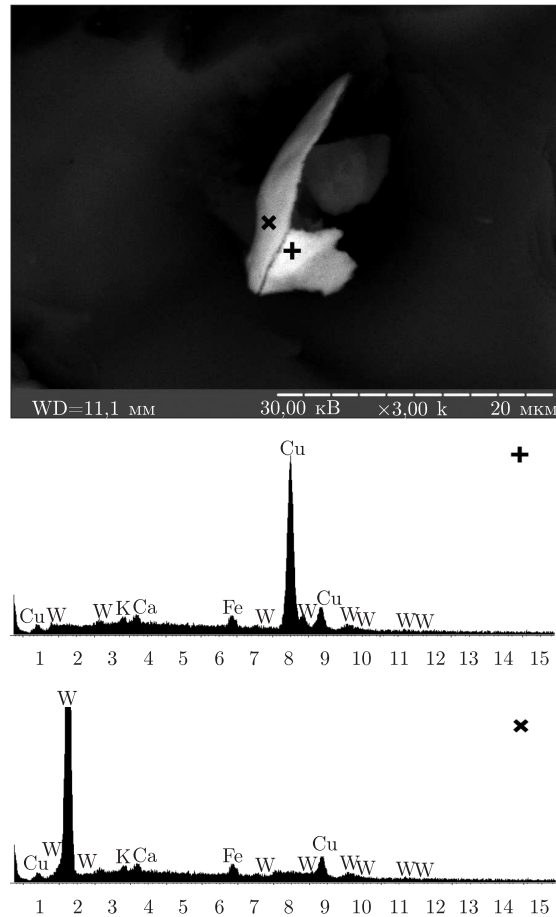


Рис. 4. Сросток частиц вольфрама и меди (ДДВ, Восточно-Павловская площадь, скв. 200, гл. 5280–5286 м, среднекаменноугольный песчаник)

особое место занимает штоковая соль (см. рис. 2, *d*). Здесь породы с ДСМЧ (включая самородный вольфрам) могут рассматриваться, с одной стороны, как ореол (s.l.) суперплюма, расположенного под наиболее нефтегазоносной центральной частью ДДВ с интенсивной соляной тектоникой, а с другой — как индикаторы иницирующей роли (супер)глубинных флюидов в соляном диапиризме.

В отличие от столь же редко встречающегося в изученных породах шеелита, преимущественно самородный вольфрам присутствует в виде ксеноморфных нано- и микровключений ($\leq 0,1 \dots 5,0$ мкм). Наиболее мелкие из них (менее 0,5 мкм) представляют собой однородные (?) крупинки. Более крупные его выделения характеризуются сложным агрегатным (волоконистым, хлопьевидным, натечным и комбинированным) строением. Разнообразен состав примесей: Fe, Ti, Co, Ca, Cl и др. Большой интерес представляет хлор, присутствие которого в ряде случаев, по-видимому, обусловлено наличием в агрегатных включениях хлоридов вольфрама и других металлов. Сростки самородного металла и его хлоридов характерны для Fe, Cu, Ag и др. В отличающейся большим разнообразием ассоциации самородных металлов упоминавшегося месторождения Сухой Лог наблюдаются сростания самородного титана и железа с различными хлоросодержащими минералами [11]. Отмечены гетерогенные (W — Ti — Co) образования с признаками совместной эвтектической кристал-

лизации в исходном гомогенном сплаве этих тугоплавких металлов. Чрезвычайный интерес представляет сросток частиц W и Cu (см. рис. 4). Реже встречаются относительно чистые (с содержанием W свыше 90%) включения. При несомненной взрывной природе этих дисперсных частиц [6] их природа не вполне ясна. Можно предположить, что это либо мельчайшие “брызги” ликвационно-дифференцированных полиметаллических расплавов, либо кавитационные образования. Более крупные (до 2–5 мкм) включения вольфрама хлопьевидного, волокнистого, дендритновидного и структурно-гетерогенного строения, по-видимому, имеют сублимационную природу, т. е. образовались непосредственно из газовой фазы безводных сверхплотных высокоэнтальпийных флюидов. Гетерогенные существенно вольфрамовые частицы с каплевидным ядром и натёчно-волокнистой оболочкой (см. рис. 3, а), возможно, образовались в результате комбинирования этих двух основных механизмов их образования.

Присутствие самородного вольфрама в разнообразных по возрасту и вещественному составу формациях соответствующих парагенезисов приобретает особое значение в свете новейших данных по металлогении вольфрама [12]. До недавнего времени W рассматривался как типичный литофильный элемент, рудогенез которого преимущественно связан с гранитоидным магматизмом. Однако результаты интенсивных геологоразведочных работ на вольфрам в течение последних 25 лет существенно изменили эти представления. Оказалось, что вольфрамовая минерализация обладает большим формационным и генетическим разнообразием. Наряду с месторождениями традиционных типов в гранитах, скарноидах, тактитах, шеелитоносных кварцитах, в ряде регионов отмечена их связь с базит-гипербазитовым магматизмом “на площадях отсутствия гранитоидного магматизма или резко угнетенного его проявления, причем в нетипичных для вольфрама генетических типах оруденения — в первично-магматических, карбонатитах, листовенитах и т. д.” [12, с. 102]. Как убедительно показано в работах В. Н. Воеводина, “вольфрамовое оруденение сопровождается практически всю историю развития подвижных областей от геосинклинального этапа до посторогенного, т. е. имеет сквозной характер” [12, с. 104]. С этим закономерно сочетаются и его весьма широкие (палео)гипсометрический и (палео)температурный диапазоны: от глубинных высокотемпературных до установленного В. Н. Воеводиным на Чукотке в качестве самостоятельного генетического типа приповерхностного низкотемпературного вольфрамового оруденения. При этом, как и для золота (их совместная минерализация часто встречается в различных тектоногеодинамических и петрологических условиях), меняется набор сопутствующих металлов и характер комплексных месторождений. В гранитах-аляскитах и грейзенах W ассоциирует с Sn и Mo, в базитах — с Pb, Zn, Cu, Ag, а в ультрабазитах — с Cu, Ni, Cr, платиноидами. Если сюда добавить Sb и Hg, ассоциирующие с W в посторогенных формациях [12], то в целом набор элементов, сопутствующих вольфраму в различных регионах на разных этапах их тектоногеодинамической и петрологической эволюций, будет соответствовать той геохимической ассоциации, в которую входит самородный вольфрам в различных формациях нефтегазоносных бассейнов, где не установлено какой-либо его преимущественной связи с гранитоидным магматизмом. Показательно, что на уникальном месторождении Белый Тигр (Южно-Вьетнамский шельф Южно-Китайского моря), где массивная нефтяная залежь связана с разуплотненным гранитным массивом, среди разнообразных по составу самородных металлов, сплавов, интерметаллидов [13] вольфрам не обнаружен.

Таким образом, есть основания предполагать наличие общего источника металлов, связанных с возникновением суперплюмов на границе ядро — мантия. При этом, по мере тектоногеодинамической и флюидодинамической эволюции плюмов, в зависимости от соотноше-

ния роли первичных (суперглубинных) и вторичных (мобилизованных) флюидов, конкретные наборы элементов могут варьировать в широких пределах. Однако при этом ряд из них, включая Fe, Au, W и др., характеризуются “сквозным” распространением, трассируя сквозьформационные флюидопроводящие системы литосферы, “корни” которых связаны с плюмами [14].

Таким образом, частицы самородного вольфрама приобретают значение трассеров суперглубинных флюидов, генерируемых плюмами, с возникновением и эволюцией которых связано образование крупнейших ареалов рудо- и нефтидообразования.

1. *Новгородова М. И.* Самородные металлы в гидротермальных рудах. – Москва: Наука, 1983. – 287 с.
2. *Лукин А. Е.* Самородные металлы и карбиды – показатели состава глубинных геосфер // Геол. журн. – 2006. – № 4. – С. 17–46.
3. *Комаров П. В.* О плюмах и их влиянии на формирование благороднометалльного оруденения в углеродсодержащих породах // Докл. АН. – 2007. – **415**, № 6. – С. 779–781.
4. *Коржисинский М. А., Ткаченко С. И., Булгаков Р. Ф., Шмулович К. И.* Составы конденсатов и самородные металлы в сублиматах высокотемпературных газовых струй вулкана Кудрявый (остров Итуруп, Курильские острова) // Геохимия. – 1996. – № 12. – С. 1175–1182.
5. *Главатских С. Ф., Трубкин Н. В.* Первые находки самородного вольфрама и серебра в продуктах эксгаляций Большого Трещинного Извержения Толбачика, Камчатка // Докл. АН – 2000. – 373А, № 6. – С. 1282–1285.
6. *Лукин А. Е.* Частицы самородных металлов, карбидов и силицидов во вторичных коллекторах нефти и газа – трассеры суперглубинных флюидов // Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезы: Материалы Всерос. совещ. – Москва: ГЕОС, 2008. – С. 293–296.
7. *Популярная библиотека химических элементов / Отв. ред. И. В. Петрянов-Соколов.* – Москва: Наука, 1977. – 1086 с.
8. *Новгородова М. И.* Самородные металлы. – Москва: Знание, 1987. – 48 с.
9. *Макеев А. Б., Кисель С. И., Соболев В. К. и др.* Самородные металлы в ореолах кимберлитовых трубок Архангельской алмазоносной провинции // Докл. АН. – 2002. – **385**, № 5. – С. 677–681.
10. *Лукин А. Е.* Инъекции глубинного углеводородно-полиминерального вещества в глубокозалегающих породах нефтегазоносных бассейнов: природа, прикладное и генезисное значение // Геол. журн. – 2000. – № 2. – С. 7–21.
11. *Distler Vol. V, Mitrofanov G. L., Nemerov V. K., Kovalenker V. A.* Platinum mineralization in golden ore of Sukhoi Log deposit // Ore Geol. Rev. – 2004. – **24**, No 1/2. – P. 51–56.
12. *Воеводин В. Н.* Условия рудогенеза вольфрама в различных геологических средах // Доп. НАН України. – 2008. – № 6. – С. 101–108.
13. *Лукин А. Е., Савиних Ю., Донцов В.* О самородных металлах в нефтегазоносных кристаллических породах месторождения Белый Тигр (Вьетнам) // Геолог Украины. – 2007. – № 2. – С. 30–42.
14. *Лукин А. Е.* О сквозьформационных флюидопроводящих системах в нефтегазоносных бассейнах // Геол. журн. – 2004. – № 3. – С. 34–45.

Институт геологических наук НАН Украины, Киев

Поступило в редакцию 10.09.2008

Corresponding Member of the NAS of Ukraine **A. E. Lukin**

On native tungsten in rocks of petroliferous complexes

The discoveries of morphologically diverse particles of native tungsten in various rocks of petroliferous complexes is treated in connection with its general geochemistry and metallogeny.