
**ДИСКУССИИ, КРИТИКА,
БИБЛИОГРАФИЯ**

КОНТАМИНАЦИЯ В МИНЕРАЛОГИИ: ПУТИ И РОЛЬ**© 2023 г. В. П. Афанасьев¹, *, **, Н. П. Похиленко¹, ******¹Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения РАН,
пр. академика Коптюга, 3, Новосибирск, 630090 Россия***e-mail: avp-diamond@mail.ru****e-mail: morpho@igm.nsc.ru*****e-mail: chief@igm.nsc.ru*

Поступила в редакцию 18.06.2023 г.

После доработки 26.06.2023 г.

Принята к публикации 18.08.2023 г.

Контаминация (заражение) рассматривается как попадание в объект материала, не свойственного этому объекту. С этой точки зрения выделяются: (1) контаминация техногенная, связанная с деятельностью человека, и (2) контаминация природная, не зависящая от человека. Изучение контаминации актуально в отношении исследовательского процесса: неучет или непонимание этого явления могут приводить и часто приводят к ошибочным выводам, прогнозам, оценкам в отношении объектов исследования. Контаминация не обязательно имеет отрицательное значение, и тот, и другой типы контаминации могут быть полезны. Оба типа контаминации рассмотрены на конкретных примерах.

Ключевые слова: контаминация, природная контаминация, техногенная контаминация, резервирование исследовательских средств, обратная исследовательская задача

DOI: 10.31857/S0869605523050027, **EDN:** ZMSQOS**ВВЕДЕНИЕ**

Контаминация, т.е. попадание в объект материала, не свойственного этому объекту, свойство всей природы, но теоретически слабо изученное. Между тем, контаминация при изучении объектов играет огромную роль в принятии решений, в формулировках выводов об объекте, в прогнозах и т.д. Контаминация играет как отрицательную роль, так и положительную — это зависит от конкретного ее выражения, понимания этого явления и его учета. Контаминация в природе — явление объективное, независимое от человека, но изучаемое им. Но она возможна и в исследовательском процессе, связана с деятельностью человека и часто становится болезненной точкой, обращает на себя внимание и в таком плане изучается. Поэтому нами выделяются два типа контаминации — природная и техногенная. Природную контаминацию необходимо учитывать в любом объекте, понимать ее роль, использовать в генетических построениях. Техногенная контаминация опасна тем, что вследствие ее формулируются “открытия” из-за наблюдаемых парадоксальных связей объектов, и сведения об этих “открытиях” тиражируются. Но существует и положительный аспект техногенной контаминации — сознательное ее осуществление для придания объекту необходимых свойств.

Мы живем в мире контаминации, но не всегда понимаем, ощущаем это. В этом отношении мы напоминаем героя Ж.-Б. Мольера г-на Журдена, который вдруг обнаружил, что до своих сорока лет говорил прозой. В предлагаемой статье мы попытаемся

перевести явление контаминации, данное нам в наблюдениях, на определенный язык, дать некоторые определения и направления понимания. Контаминацию мы рассматриваем, главным образом, на примерах из геологической практики, но это типичные примеры, которые можно распространить на другие сферы исследовательского процесса.

ТЕХНОГЕННАЯ КОНТАМИНАЦИЯ

Под техногенной контаминацией обычно подразумевается неконтролируемое заражение изучаемого объекта посторонним материалом. На такого рода контаминацию (заражение) чаще обращается внимание. Это связано с тем, что неконтролируемая контаминация играет откровенно негативную роль, т.к. контаминант (элемент заражения) в исследовательском плане неравновесен в изучаемом объекте. При непонимании факта заражения он привлекает первоочередное внимание и феноменом своего существования приводит к ложным заключениям.

Но широкое понимание техногенной контаминации позволяет включить в нее и позитивный аспект — это контролируемая, сознательная контаминация, используемая для повышения потребительских свойств того или иного объекта.

Пути неконтролируемого техногенного заражения чрезвычайно разнообразны, их трудно классифицировать или группировать, постоянно появляются новые, совершенно неожиданные. В алмазной геологии это чаще всего заражение проб абразивным материалом из камнерезного инструмента, из бурового инструмента. Грязный пробоотбор: складирование керна в незачищенный ящик, складирование пробы на незачищенное место на рудном дворе, наработка пробы с захватом постороннего материала и т.д. Заражение в лаборатории: на ситах, за счет путаницы проб, плохо зачищенной посуды и т.д. На обогатительной фабрике — один из наиболее распространенных путей контаминации алмазами и индикаторными минералами кимберлитов при обработке крупных проб. Такие находки чаще всего бывают неожиданными, изумляют и возбуждают желание сразу опубликовать факт находки с результатами детального изучения и формулировкой сногсшибательных генетических построений, поскольку находки, как правило, не вписываются в существующие представления.

Вот статья о находке муассанита в фумарольных площадках толбачинских вулканов в парагенезисе с галитом: муассанит, по мнению авторов, образуется пневматолитовым путем при температуре 120 °С (Серафимова, Философова, 2001). При этом авторы статьи приводят фото осколков “муассанита”, хотя на месте формирования муассанит должен быть хорошо образованным кристаллом, а не осколком; изображенные в статье кристаллы — зерна карбида кремния из камнерезного или шлифовального инструмента. О карбиде кремния как наиболее популярном техногенном контаминанте писал В.С. Соболев (Соболев, 1979).

Другие авторы (Силаев и др., 2009) находят с помощью электронного микроскопа таллий на поверхности зерен пикроильменита из старых проб и пишут обширную статью о роли таллия в кимберлите. При этом им было подсказано, что таллий может быть связан с остатками жидкости Клеричи, которую раньше широко использовали для отсадки тяжелых минералов. Внутри зерен пикроильменита таллия нет. С большой уверенностью авторы пишут: “Выдвинутое предположение нас, разумеется, не удовлетворило, поскольку... (жидкость Клеричи) если и загрязняет минеральные вещества таллием, то в количествах, не поддающихся измерению даже нейтронно-активационным методом. В результате всего этого мы пришли к окончательному убеждению, что в настоящее время не только ничего не известно о таллии в породах и минералах мантийного происхождения, но, более того, даже лучшие специалисты пока не готовы к восприятию соответствующей информации”. На это ответим, что при обработке жидкостью Клеричи флотационного концентрата обогащения тагамитов

Попигаевского метеоритного кратера для извлечения импактных алмазов на поверхности последних при наблюдении нами с помощью сканирующего электронного микроскопа в режиме упруго отраженных электронов было видно “звездное небо” — огромное количество ярких точек, диагностированных как соль таллия. Для нас было ясно их происхождение, дополнительная промывка импактных алмазов удалила таллий с поверхности зерен, и больше он не наблюдался при любых видах исследования. Но какова уверенность заявления авторов цитируемой статьи! А ведь кроме них никто не описывал таллий в кимберлите вследствие его практического отсутствия!

Давно существующая проблема алмазов в камчатских вулканах: сколько находок, сколько статей! (в том числе с авторством В.И. Силаева (2015)) — и ни одного воспроизведения находок другими исследователями! Обзор этих статей приведен в работе (Похиленко и др., 2019), где показана полная аналогия толбачинских алмазов с синтетическими алмазами из камнерезного инструмента; достаточно отломить кромку алмазной пилы и растворить в кислоте, чтобы получить тысячи мелких кристаллов синтетических алмазов, абсолютно соответствующих описанным в этих статьях. В работе (Похиленко и др., 2019) анализируются также находки алмазов в хромититах и перидотитах Тибета, Полярного Урала, Турции, Чехии; во всех случаях описаны однотипные алмазы, полностью соответствующие синтетическим алмазам из камнерезного инструмента. И вот новый опус В.И. Силаева с соавторами о находках алмазов на Толбачике (Силаев и др., 2023). На этот раз описаны два осколка алмазов и, якобы, примазки материнской среды на их поверхности, причем примазки располагаются на поверхности сколов. Но эти алмазы должны быть целыми, если образовались на месте! Тот же случай, что выше описанный с карбидом кремния. На базе этих находок формулируются генетические гипотезы, причем такого характера, что при реализации описанных механизмов все вулканы мира были бы усыпаны алмазами. Но этого не наблюдается, находки единичные и не воспроизводятся. При этом возможность заражения, как правило, даже не предполагается. А ведь критерием истинности в данном случае будет именно воспроизведение находок алмазов, причем другими исследователями и неоднократно. Некомпетентность? Некритичность? Таких работ много, и другие исследователи ссылаются на них, умножая дезинформацию. В недавнем прошлом на Украине техногенное заражение синтетическими алмазами с соответствующими заявками на “открытие” достигло такой степени, что пришлось разработать стандарт на диагностику природных и синтетических алмазов (Палкина, Полканов, 2008).

Можно до бесконечности обсуждать факты, пути и формы техногенной контаминации. В итоге вопрос упирается в культуру исследования. Исследователь находит и изучает объект в определенной среде, не относящейся к объекту, но следы которой могут оказаться на объекте; использует те или иные исследовательские средства — аппаратуру, материалы, буровой и другой инструмент, которые сами оказывают влияние на объект, вызывая эффекты, не свойственные объекту в нормальном состоянии. Наконец, ложные результаты, полученные при исследовании контаминированных объектов, сами служат контаминированию исследовательского пространства и разрушают его объективность. В работе (Похиленко и др., 2019) сформулированы следующие требования для оценки находки алмаза как реальной, а не вследствие контаминации: “Говорить об обнаружении нового типа алмазоносной породы можно в случаях, когда: а) алмазы из породы четко отличаются от таковых из возможных источников заражения, б) алмазы систематически обнаруживаются в породе при проведении неоднократных независимых повторных проверок с обязательным участием в опробовании экспертов-алмазников. Еще один важнейший критерий (в), на который обращал внимание В.С. Соболев, — находка алмаза в породе (“*in situ*”). Но эта находка должна быть на естественном сколе или внутри породы, а не на поверхности распила или полировки, так как известно много фактов механического внедрения мелких алмазов и

их осколков в обрабатываемую поверхность образцов”. Поэтому для получения достоверного результата необходимо включать “резервирование”, т.е. проверку полученного результата альтернативными методами. В случае кимберлитов — оценка по минералогическим критериям алмазности, воспроизводимость результата при повторном обогащении и др.

Из этих критериев критерий воспроизводимости наиболее важен.

Есть и другая опасность техногенной контаминации, связанная с ее переоценкой, в результате которой даже достоверный результат может быть отброшен. Так, в 1893 году Анри Муассан при изучении пород астроблемы Каньон Дьябло в штате Аризона (США) обнаружил гексагональные пластинчатые зерна, которые принял вначале за алмаз. Позднее было установлено, что это карбид кремния, который был назван именем первооткрывателя. Но тут же появились сомнения в достоверности находки, т.к. уже в то время синтетический карбид кремния использовался как абразивный материал. Лишь позднее муассанит был найден в разных породах, в частности, в кимберлитах. Нами он достоверно установлен в тагамитах Попигайской астроблемы. Его находки неоднократно воспроизведены при обогащении проб (Громилов, 2018). Сами по себе условия образования тагамита показывают возможность образования муассанита: очень высокая температура расплава (выше 2000 °C), обеспечивающая свободные атомы кремния, и наличие свободного углерода (графит) делают образование муассанита закономерным процессом. Это еще раз говорит о необходимости подтверждать нетривиальную находку путем воспроизведения и резервирования дополнительными исследовательскими средствами.

В конечном счете, понимание возможности и путей неконтролируемой техногенной контаминации относится к культуре исследования.

ПРИРОДНАЯ КОНТАМИНАЦИЯ

Природная контаминация — процесс естественный и по сути своей не несет негативной нагрузки, важно только понимать это явление.

Типоморфные особенности любого природного объекта можно рассматривать с точки зрения контаминации, причем в трех аспектах: позитивном, негативном и безразличном. Например, микропримеси в минерале, не соответствующие его стехиометрии, отражают среду и условия образования минерала и в генетическом плане рассматриваются как полезное свойство. Но микропримеси могут снижать потребительские свойства минерала и тогда рассматриваются как негативные. При изучении горных пород их намагниченность, как правило, игнорируется, но с точки зрения палеомагнетизма это важнейшее свойство, позволяющее проводить геодинамические реконструкции. Человеческий организм переполнен бактериями, которые ему необходимы для выполнения определенных функций; это полезные бактерии, и мы не обращаем на них внимания, пока здоровы, но заражение (контаминация) болезнетворными бактериями заставляет бороться с ними.

Категория “парагенезис”: сообщество генетически родственных минералов, отражающее условия их образования; в исследовательском плане здесь не предусмотрена естественная контаминация, но она существует, и упомянутые микропримеси в минералах отражают условия кристаллизации.

В меньшей мере используется категория “парастерезис” — закономерное сообщество генетически различных минералов в едином носителе — это и есть понимание природной контаминации. Кимберлит — типичный парастерезис, где в едином носителе — кимберлитовой магме — содержится масса генетически разнородных минералов. Это естественное явление, но сколько споров и ошибочных решений оно породило! Вспомним ранние гипотезы о кристаллизации кимберлитовых минералов из кимберлитовой магмы. Лишь позднее пришло понимание ксеногенности многих минералов.

Процесс переотложения кимберлитовых минералов из древних отложений в более молодые — природная контаминация молодых осадков минералами из древних пород, но роль переотложения была осознана в алмазной геологии лишь в 70-е годы прошлого столетия (Афанасьев и др., 2010). До того времени все минералы считались продуктами прямого сноса с кимберлитов, что влияло на направленность поисковых работ.

Споры и пыльца древних растений, имеющие микроскопические размеры, характеризующие растительность определенного возраста и, соответственно, отложения такого возраста, способны заноситься грунтовыми водами в подстилающие более древние отложения, “омолаживая” их. Это явление хорошо известно палинологам, но все равно порождает ошибочные решения. Вот книга Т.А. Черной (2002) “Проблемы биостратиграфии алмазоносных терригенных толщ Западной Якутии”, в которой пересмотрена вся стратиграфия фанерозоя Западной Якутии в сторону омоложения из-за явления природной контаминации! При этом утверждается: “Выводы, полученные автором, могут вызвать определенный резонанс у широкой геологической общественности, поскольку противоречат устоявшемуся за многие десятилетия мнению. Однако имеющийся богатейший фактический материал, иллюстрирующий монографию, дает автору право отстаивать свою правоту и положить начало кардинальному пересмотру стратиграфической схемы всего фанерозоя Сибирской платформы”. Так же, как в выше приведенном примере с таллием на пикроильмените! В случае контаминации древних осадков молодыми спорово-пыльцевыми комплексами необходимо включение резервирования — проверку другими методами, в частности по фаунистическим остаткам, которые не могут опускаться в более древние отложения, что позволяет не впасть в заблуждение относительно омоложения отложений фанерозоя и сохранить объективность, скорректировав заодно рамки применения палинологического метода.

Россыпь алмазов в русловом аллювии, например, россыпь в реке Ирелях в районе города Мирный. Она достоверно питается (аллювий контаминируется алмазами) за счет прямого размыва кимберлита трубки Мир через Лог Хабардина. Но в россыпи есть алмазы, поступающие из мезозойской россыпи “Водораздельные галечники” в районе трубки Мир. Различить алмазы из этих источников крайне сложно, и здесь необходимо включать резервирование, в данном случае изучение индикаторных минералов кимберлитов: индикаторы прямого сноса с кимберлитовой трубки лишены признаков механического износа и гипергенной коррозии, тогда как индикаторы из россыпи Водораздельные галечники имеют и то, и другое. Кроме того, в русловом аллювии этой реки могут быть алмазы из других кимберлитовых тел, и, чтобы установить это, необходимо изучить пространственное распределение алмазов и индикаторных минералов и их типоморфные особенности. Таким образом, контаминация алмазами руслового аллювия реки Ирелях возможна тремя путями. Из них только первый путь достаточно тривиален, два других неочевидны и нужны дополнительные поисковые признаки, чтобы увидеть их. То же можно отнести к россыпям золота и других минералов.

Но есть более сложные и не столь очевидные варианты контаминации россыпей. Так, на северо-востоке Сибирской платформы существуют богатейшие россыпи алмазов, например, на реке Эбелях, открытой в 1965 г. Вместе с алмазами присутствуют индикаторные минералы кимберлитов. Очевидная гипотеза: есть алмазы, есть индикаторные минералы кимберлитов, значит, есть кимберлитовые источники алмазов. Возраст кимберлитов неясен. В рамках этой гипотезы были развернуты широкие поиски коренных источников алмазов северных россыпей. Найдено более семисот кимберлитовых тел мезозойского возраста, но все они либо неалмазоносные, либо убого алмазоносные и не могли обеспечить россыпную алмазоносность. Изучение алмазов из россыпей показало, что часть из них вообще не характерна для кимберлитов, часть присутствует в непропорционально большом количестве в сравнении с кимберлитами, и лишь малое количество алмазов соответствует кимберлитовым. Следующий

шаг: значит, еще не все нашли, будем искать какие-то особенные источники алмазов. До сих пор такие источники не найдены, россыпи практически отработаны. Наши исследования в этом направлении позволили выяснить, что значительная часть алмазов из северных россыпей происходит из коренных источников докембрийского возраста. Чтобы выяснить это пришлось включить резервирование: мы изучили широкий комплекс типовых особенностей алмазов из северных россыпей, в частности, степень и формы механического износа алмазов. Проведенные экспериментальные исследования механического износа алмазов (Afanasiev, Pokhilenko, 2013) показали, наряду с изучением условий седиментогенеза в докембрии и фанерозое, что повышенная степень износа преобладающей части алмазов не могла сформироваться в условиях фанерозойского седиментогенеза. К тому же, при появлении видимых признаков механического износа алмазов сопутствующие им индикаторные минералы истираются полностью. Это дало основание предполагать докембрийский возраст коренных источников этих алмазов; соответственно, россыпеобразование на тот период осуществлялось в прибрежно-морских условиях на жестком ложе метаморфических и магматических пород, что и способствовало механическому износу алмазов. В фанерозое россыпеобразование осуществлялось на мягком ложе карбонатных пород нижнего палеозоя, поэтому не было ни места, ни времени для заметного механического износа алмазов. Минералогическое картирование алмазоносности Сибирской платформы (Афанасьев и др., 2011) позволило установить тяготение максимальных концентраций “экзотических” типов алмазов к выступам докембрия, из чего следует, что эти алмазы поступали в молодые отложения при размыве докембрийских россыпей. Кроме того, наши полевые работы позволили установить, что небольшая часть алмазов из северных россыпей, соответствующая кимберлитам, происходит из среднепалеозойских кимберлитовых тел.

На этой основе нами разработана новая парадигма алмазоносности Сибирской платформы, в том числе ее северо-востока (Afanasiev, Pokhilenko, 2022). Парадигма предусматривает:

- существование на Сибирской платформе докембрийской эпохи алмазоносности;
- разнообразие типов коренных источников алмазов в докембрии и, соответственно, различия типов алмазов из них, доминирование субдукционных алмазов;
- один тип коренных источников – кимберлиты – в фанерозое;
- среднепалеозойские кимберлиты – основной промышленный тип коренных источников алмазов на Сибирской платформе.

Такой подход упорядочивает представления о структуре алмазоносности Сибирской платформы и ориентирует направления поисковых работ. Но понадобились десятилетия исследований, чтобы через многие заблуждения прийти к таким решениям. Это сложный случай контаминации природного объекта, потребовавший резервирования через огромный объем поисковых работ, накопление огромного объема знаний, проверки многочисленных гипотез, чтобы разобраться в его сути. Но он вывел нас на адекватное понимание структуры алмазоносности Сибирской платформы.

Другая форма природной контаминации – вещественно-энергетическая добавка, связанная с эпигенетическими процессами. Фактически это метаморфизм, метасоматоз, другие формы вещественно-энергетического, динамического и иного воздействия на минералы и породы, приводящие к их изменению. Например, пироп в карнийских отложениях Булкурской антиклинали в низовьях реки Лена хлоритизирован в меловое время в связи с развитием Верхоянской складчатости; то же для пиропата такатинской свиты на Урале, хлоритизация которого произошла в связи с герцинской складчатостью. В этих случаях хлоритизация искажает облик пиропата в россыпях, в том числе уничтожает признаки механического износа. Но корочки хлорита встречаются и на пиропе из кимберлита, где хлорит развивается в постмагматических условиях (Афанасьев и др., 2010), поэтому легко принять хлоритизированный россыпной пи-

роп за продукт прямого сноса из эродируемого близко расположенного кимберлитового тела и ошибиться в формулировке поисковой задачи, что и происходило неоднократно.

Можно привести в пример и более масштабные явления контаминации. Глубинный метасоматоз, преобразующий основание литосферы и отражающийся различными следствиями на поверхности Земли (Похилenko и др., 2022). Процессы субдукции, как современной, так и древней, выражающиеся самыми разными следствиями как на поверхности Земли, так и в ее глубинах. Многие другие процессы, связанные с эволюцией Земли. Изучая следствия таких процессов, мы не всегда понимаем их причины и формулируем различные гипотезы. Здесь может сыграть негативную роль “принцип бритвы Оккама”, суть которого в том, что при наличии нескольких непротиворечивых гипотез, нужно выбирать простейшую. На таком пути легко ошибиться. На наш взгляд, при наличии нескольких гипотез необходимо применять принцип резервирования исследовательских средств, т.е. проверять гипотезы более широким их набором.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Любое наше исследование исходит из начального тезиса о естественной его сущности. Фактически, изучая любые объекты, свойства, явления, мы решаем обратную задачу, т.е. по следствию пытаемся определить причину. На этом пути и появляется множественность решений. По наблюдению того или иного феномена не всегда сразу удается установить, связан он с техногенной или природной контаминацией. Но даже при очевидности наблюденного феномена необходимо проверять и ту, и другую возможности. Любой изучаемый объект, свойство, явление либо контаминированы, либо сами являются контаминантами. При проведении исследования необходимо учитывать это, и на основе научной рефлексии, самопроверки, из ряда возможных объяснений, используя резервирование, выбрать оптимальное, исходя из уровня имеющихся знаний и исследовательских возможностей.

Работа выполнена по государственному заданию ИГМ СО РАН (№ 122041400157-9).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Похилenko Н.П. Поисковая минералогия алмаза. Новосибирск: Гео, **2010**. 650 с.
- Афанасьев В.П., Лобанов С.С., Похилenko Н.П., Коптиль В.И., Митюхин С.И., Герасимчук А.В., Помазанский Б.С., Горев Н.И. Полигенез алмазов Сибирской платформы // Геология и геофизика. **2011**. Т. 52. № 3. С. 335–353.
- Громилов С.А., Афанасьев В.П., Похилenko Н.П. Муассаниты Попигаийской астроблемы // ДАН. **2018**. Т. 481. № 6. С. 643–645.
<https://doi.org/10.31857/S086956520002100-3>
- Палкина О.Ю., Полканов Ю.О. Методика аналізу шліхових і протокольних проб та концентратів їх збагачення з потенційно алмазоносних геологічних утворень України // Методичні вказівки. Розроблено: Українським державним геологорозвідувальним інститутом (УкрДГРІ), Київ: Держгеолслужба, **2008**.
- Похилenko Н.П., Шумилова Т.Г., Афанасьев В.П., Литасов К.Д. Находки алмазов на Камчатке (вулканы Толбачик и Авачинский): природный феномен или контаминация синтетическим материалом? // Геология и геофизика. **2019**. Т. 60. № 5. С. 606–618.
- Серафимова Е.К., Философова Т.М. Муассанит в фумарольных инкрустациях Новых Толбачинских вулканов // Вулканология и сейсмология. **2001**. № 5. С. 48–52.
- Силаев В.И., Аникин Л.П., Карпов Г.А., Хазов А.Ф. Толбачинские алмазы (ТТИ-50, Камчатка): новое доказательство их вулканогенной природы // Вестник геонаук. **2023**. 2(338). С. 37–41.
<https://doi.org/10.19110/geov.2023.2.5>
- Силаев В.И., Карпов Г.А., Ракин В.И., Аникин Л.П., Васильев Е.А., Филиппов В.Н., Петровский В.А. Алмазы в продуктах трещинного Толбачинского извержения 2012–2013 гг., Камчатка // Вестник Пермского университета. **2015**. Вып. 1 (26). С. 6–22.
- Силаев В.И., Киселёва Д.В., Филиппов В.Н. Таллий в мантийных производных: новый геохимический индикатор алмазоносных кимберлитов? // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. **2009**. № 8. С. 2–8.
- Соболев В.С. Новая опасность дезинформации в результате заражения проб посторонними минералами и техническими продуктами // ЗВМО. **1979**. Т. 108. № 6. С. 691–695.

Черная Т.А. Проблемы биостратиграфии алмазоносных терригенных толщ Западной Якутии. Мирный: Якутия, 2002, 142 с.

Contamination in Mineralogy: Pathways and Effects

V. P. Afanasiev^{a, *, **} and N. P. Pokhilenko^{a, ***}

^a*Sobolev Institute of Geology and Mineralogy Siberian Branch RAS, Novosibirsk, Russia*

**e-mail: avp-diamond@mail.ru*

***e-mail: morpho@igm.nsc.ru*

****e-mail: chief@igm.nsc.ru*

Contamination is considered as the ingress of material into an object that is not characteristic of this object. From this point of view, technogenic contamination, associated with human activity, and natural contamination, not depending on humans, are distinguished. The study of contamination is relevant in relation to the research process: neglect or misunderstanding of this phenomenon can lead and often lead to erroneous conclusions, forecasts, and estimates regarding the objects of study. Contamination does not necessarily have a negative meaning, and both types of contamination can be useful. Both types of contamination are considered on specific examples.

Keywords: contamination, natural contamination, technogenic contamination, reservation of research facilities, inverse research problem

REFERENCES

- Afanasiev V.P., Lobanov S.S., Pokhilenko N.P., Koptil V.I., Mityukhin S.I., Gerasimchuk A.V., Pomazansky B.S., Gorev N.I. Polygenesis of diamonds of the Siberian platform. *Russian Geol. Geophys.* **2011**. Vol. 52. N 3. P. 335–353
- Afanasiev V.P., Pokhilenko N.P. Approaches to the diamond potential of the Siberian Craton: A new paradigm. *Ore Geology Reviews*. **2022** (in Russian). <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2022.104980>
- Afanasiev V.P., Pokhilenko N.P. Wear of diamond: an experimental study and field evidence. In: *Proc. 10th Intern. Kimberlite Conf. New Delhi*. Springer, **2013**. Vol. 1. P. 317–321. https://doi.org/10.1007/978-81-322-1170-9_21
- Afanasiev V.P., Zinchuk N.N., Pokhilenko N.P. Diamond prospecting mineralogy. Novosibirsk: Geo, **2010**. 650 p. (in Russian).
- Chernaya T.A. Problems of biostratigraphy of diamond-bearing terrigenous strata of Western Yakutia. Mirny: Yakutia, **2002**. 142 p. (in Russian).
- Gromilov S.A., Afanasiev V.P., Pokhilenko N.P. Moissanites of the Popigai astrobleme. *Doklady Earth Sci.* **2018**. Vol. 481. N 6. P. 643–645 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S086956520002100-3>
- Palkina O.Yu., Polkanov Yu.O. Technique for the analysis of sludge and crushed samples and concentrates of their enrichment from potentially diamond-bearing geological deposits of Ukraine. Methodical instructions. Produced by: Ukrainian State Geological and Exploration Institute (UkrDGRI). Kiev: Derzhgeolsluzhba, **2008** (in Ukrainian).
- Pokhilenko N.P., Shumilova T.G., Afanasiev V.P., Litasov K.D. Diamonds in the Kamchatka Peninsula (Tolbachik and Avacha Volcanoes): Natural Origin or Contamination? *Russian Geol. Geophys.* **2019**. Vol. 60. N 5. P. 463–472.
- Serafimova E.K., Filosofova T.M. Moissanite in fumarole incrustations of New Tolbachik volcanoes. *Volcanol. Seismol.* **2001**. N 5. P. 48–52.
- Silaev V.I., Anikin L.P., Karpov G.A., Khazov A.F. Tolbachinsky diamonds (TTI-50, Kamchatka): new evidence of their volcanic nature. *Bull. Geosci.* **2023**. 2(338). P. 37–41 (in Russian). <https://doi.org/10.19110/geov.2023.2.5>
- Silaev V.I., Karpov G.A., Rakin V.I., Anikin L.P., Vasiliev E.A., Filippov V.N., Petrovsky V.A. Diamonds in products of the 2012–2013 fissure Tolbachik eruption, Kamchatka. *Bull. Perm University*. **2015**. Vol. 1 (26). P. 6–22 (in Russian).
- Silaev V.I., Kiseleva D.V., Filippov V.N. Thallium in mantle derivatives: a new geochemical indicator of diamondiferous kimberlites? *Bull. Institute Geol. Komi Sci. Center, Ural Branch RAS*. **2009**. N 8. P. 2–8 (in Russian).
- Sobolev V.S. A new danger of disinformation as a result of contamination of samples with foreign minerals and technical products. *Zapiski RMO (Proc. Russian Miner. Soc.)*. **1979**. Vol. 108. Vol. 6. P. 691–695 (in Russian).