

## ВОСХОДЯЩИЕ ФЛЮИДНЫЕ РАЗГРУЗКИ И МЕТАЛЛОГЕНИЯ ПЛИТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

С. Ю. Енгальчев

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт  
им. А. П. Карпинского, г. Санкт-Петербург

Поступила в редакцию 22 августа 2011 г.

**Аннотация.** В результате обобщения литературных и авторских материалов по территории Восточно-Европейской платформы и прилегающих областей установлено наличие линейных зон повышенной проницаемости, которые являются каналами поступления в отложения осадочного чехла различных по своему составу восходящие флюидов. К таким зонам приурочены проявления тонкого и ультратонкого золота в ассоциации с платиной, алмазов, а также месторождений и проявлений урана, редких земель и ряда других полезных ископаемых. В работе доказывается, что такие флюидопроницаемые зоны являются проводниками глубинных флюидных потоков поставляющих на участках их разгрузки рудные компоненты и контролирующее их размещение в осадочном чехле. Полученные материалы могут быть использованы при проведении комплексного металлогенического районирования обширных территорий древних и молодых платформ России и мира.

**Ключевые слова:** металлогения плитных комплексов, Восточно-Европейская платформа, восходящие флюидные потоки, золото, уран, алмазы.

**Abstract.** As a result the generalization of literary and author's materials on the territory of Eastern European platform and adjacent regions is established the presence of the linear zones of the increased permeability, which are the channels of entering in the deposits of the sedimentary cover of different by its composition ascending of fluids. To such zones are timed the ore accumulations of thin and ultrathin gold, in the association with the platinum, diamond, and also layers and the ore accumulations of uranium, rare earth and others minerals. In the work it proves, that such zones, are the conductors of the deep fluid flows of those supplying in the sections of their unloading ore components and controlling their arrangement in the sedimentary cover. The obtained materials can be used for conducting of the complex metallogenic division into districts of the extensive territories of the ancient and young platforms of Russia and peace.

**Key words:** Metallogeny of plate complexes, Eastern European platform, the ascending fluid flows, gold, uranium, diamonds

### Введение

Металлогения осадочных комплексов платформ давно оформилась как самостоятельное научное направление, обладающее определенными методологическими подходами к изучаемому объекту. Долгое время существовало устойчивое мнение о тектонической и геодинамической стабильности этих территорий, и отрицалось существование сколько-нибудь значимых «эндогенных» факторов в процессах пороодо- и рудообразования в их пределах. В последние годы в связи с появлением значительного объема новых фактических данных, касающихся проблемы дегазации Земли и поступления с восходящими потоками в сферу современного и, особенно, древнего седиментогенеза, разнообразных по составу флюидов, все ярче проявляется роль этих, ранее не учитывавшихся, процес-

сов в образовании пород и руд. Сейчас появляется необходимость обобщения таких данных как с позиции развития теории осадочного процесса, реконструкции ландшафтов и экосистем прошлого, так и с целью совершенствования металлогенического анализа платформ.

В последние годы было установлено широкое развитие специфических, не типичных для исследуемых территорий, пород и их ассоциаций, определяющим фактором формирования которых является не климат и вулканизм, а инъекция инородного текучего газонасыщенного флюидного материала, который в той или иной степени вовлекается в осадочный процесс на участках разгрузки. Так благодаря масштабным исследованиям на акваториях было установлено широкое распространение современных восходящих инъекционных разгрузок, как в мелководных, так и в глубоководных

обстановках. Значительно пополнились наши знания об инъекционных разгрузках в континентальных обстановках. Установлено два типа восходящих флюидных разгрузок «холодной» и «горячей» линии. Первые, авулканогенные, «холодные» разгрузки представляют собой разнообразные флюиды (минерализованные воды и рассолы, нефть, газы –  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$  и др.) и их смеси, пластичные (реидные) массы (соляные, глинистые, кремнистые и др.) подверженные диапиризму и растеканию в области разгрузки, а также разжиженные (флюидизированные) массы (грязевулканические, гидровулканические и др.) с характерным для них взрывным (эксплозивным) типом разгрузки. Магматогенные «горячие» разгрузки второго типа представляют собой высокотемпературные гидротермы, часть из которых, на прямую, не связана с вулканизмом.

Восходящие флюидные потоки, поступающие в сферу седиментогенеза, оказывают существенное воздействие на экосистемы осадочных бассейнов, часто приводя к их существенной перестройке, сопровождающейся вымиранием отдельных групп организмов. В разрезах многих осадочных бассейнов были зафиксированы признаки и свидетельства былых воздействий на процессы породо- и рудообразования синхронных седиментогенезу восходящих инъекций, представленных различными по составу флюидами, пластичными и флюидизированными породными массами. Все это приводит к модернизации концепции типов литогенеза сформулированной Н.М. Страховым и выделению новых инъекционно-осадочных типов литогенеза [1], а также реконструкции палеообстановок осадконакопления с привлечением не только сугубо седиментационных, в узком смысле этого слова, механизмов формирования отложений, но и с учетом влияния процессов, связанных с функционированием восходящих инъекционно-флюидных систем, являющихся поставщиками и факторами перераспределения различных, в том числе, рудных компонент осадочного чехла и фундамента.

Сомнению подвергаются представления о тектонической и геодинамической стабильности платформ, их «амагматичности», а интерпретация ранее полученных данных ведется с позиций предусматривающих функционирование активных, различных по природе рудообразующих систем, так или иначе связанных с воздействием глубинных процессов на область породо- и рудообразования. Такой подход, приводит к пересмотру представлений о генезисе ряда рудных объектов, для интер-

претации которых ранее приходилось допускать существование чересчур сложных конструкций, часть из которых не всегда могла объяснить наблюдаемые факты.

Таким образом, в настоящее время назрела необходимость пересмотра ряда представлений на развитие осадочных бассейнов, условия формирования и последующего преобразования осадочных комплексов и генезис, приуроченных к ним, рудных объектов. Осадочные комплексы древних платформ, в отличие от таковых складчатых областей, испытали относительно меньшее воздействие наложенных эпигенетических, гидротермально-метасоматических процессов, метаморфизма и складчатости, в связи, с чем именно они могут стать первыми объектами для изучения инъекционных восходящих флюидных разгрузок и определения их роли в процессах породо- и рудообразования в осадочных бассейнах.

#### **Материалы и методы исследований**

Факты, свидетельствующие о наличии современных восходящих флюидных разгрузок или признаков их существования в геологическом прошлом на территории древней эпикарельской Восточно-Европейской платформе были выявлены только в последние два десятилетия. Необходимость развития этого направления исследований определяется актуальной задачей по расширению минерально-сырьевой базы России, в частности, благородных металлов, урана, алмазов и других полезных ископаемых путем обоснованного выделения новых участков и площадей для проведения прогнозно-геологических и поисковых работ ориентированных на выявление новых обстановок рудолокализации и новых рудных объектов.

Фактологической базой для исследования послужили собственные материалы автора, собранные в ходе полевых исследований, а также многочисленные литературные источники. Этот материал дают возможность пересмотреть влияние восходящих флюидных потоков на процессы рудообразования в осадочных комплексах Восточно-Европейской платформе и наметить пути увеличения эффективности прогнозных и поисковых работ.

Ниже будет приведена характеристика некоторых участков, для которых предполагается или доказано участие в процессах рудообразования восходящих флюидных потоков, интенсивная разгрузка которых, как правило, реализовалась по долгоживущим проницаемым флюидопроводящим тектоническим зонам.

*Воронежская антеклиз.* Осадочный чехол антеклизы сложен палеозойскими и мезозой-кайнозойскими терригенными образованиями, мощность которых достигает первых сотен метров. Здесь в разновозрастных отложениях осадочного чехла установлено тонкое и ультратонкое золото, наибольшие концентрации которого выявлены в мезозойских (мел), палеогеновых и четвертичных отложениях. Его повышенные концентрации присутствуют по всему разрезу чехла.

В отложениях верхнего палеоцена установлено проявление золота «Русская Журавка», являющееся эталонным объектом рассматриваемого типа [2]. Здесь и на других проявлениях отмечается чрезвычайная изменчивость пробности золота. Содержание серебра в нем, в отличие от золота кластогенных россыпей варьирует в широких пределах. Кроме того, золото обогащено ртутью, сурьмой, висмутом, теллуrom, и платиноидами. В районе проявлений золота и на прилегающих территориях установлены находки таких интерметаллидов как самородная цинкистая медь, самородное олово и самородное железо, с примесью серебра, меди и летучих (Te, Sb, Sn, Bi).

Традиционно считается, что золото в разновозрастных отложениях чехла Воронежской антеклизы сформировалось благодаря многократному переотложению и перемыву древних отложений, в которые оно попало из толщи железистых кварцитов фундамента и слабозолотоносных конгломератов раннего протерозоя. Однако, материалы, касающиеся морфологии выделений золота, его состава и особенностей распространения в разрезах, позволили высказать гипотезу, согласно которой формирование такого специфического золота в ассоциации с самородными металлическими соединениями происходило за счет процессов экзгальции и разгрузки восходящих рудоносных флюидов в разновозрастные рыхлые отложения чехла [2]. Образование самородных соединений, по мнению А.Д. Савко и его соавторов, происходит в том же процессе, путем газоконденсатной кристаллизации из потоков восходящих глубинных флюидов, несущих такие элементы как Hg, As, Te, Sb. Необходимым условием образования самородных элементов является наличие во флюидах значительной водородно-углеводородной составляющей, обеспечивающей формирование восстановительной среды – неперменного условия генерации «зерен» самородных металлов. При этом плотность флюидного потока предполагается достаточно высокой, такой, что бы нейтрализовать влияние кислородной

среды господствующей в приповерхностной зоне. Достичь подобной плотности флюидные потоки могли только в пределах разрывных зон, имеющих чаще всего глубинное заложение. Таким образом, обнаружение самородных металлов в толщах обедненных собственным органическим веществом, следует рассматривать как дополнительный геологический признак, указывающий на наличие крупных разрывных нарушений благоприятных для миграции восходящих флюидных потоков. В качестве геохимических признаков, маркирующих поступления флюидов по тектоническим зонам, могут быть использованы содержания и соотношения между собой редкоземельных элементов в составе отложений, как это было показано в последнее время для территории Воронежской антеклизы [3].

Тонкое и ультратонкое золото экзгальционно-осадочного типа имеет региональное распространение, но при этом его проявления пространственно тяготеют к линейным зонам глубинного заложения, проявленными в рельефе поверхности Мохоровичича. Рудонасыщенность таких линейных зон определяется, вероятнее всего, с одной стороны, повышенной проницаемостью межблокового пространства, а с другой сравнительно большей золотиносностью нижнепротерозойских образований межблоковых зон, по сравнению с архейскими метаморфитами, слагающими «жесткие» блоки фундамента.

*Верхнекамская впадина* расположена на востоке платформы и выполнена терригенными отложениями палеозойского, мезозой-кайнозойского возраста, мощностью 1,6–2,8 км. Золото встречается по всему разрезу мезо-кайнозойских отложений, а наибольшие его концентрации установлены в среднеюрских песчаных и песчано-гравийных аллювиальных отложениях [4]. В единичных пробах установлены знаки платины. Золотины имеют комковатое и агрегатное строение уплощенную, часто таблитчатую, тороидальную и шарообразную форму. Среди золотин постоянно присутствуют агрегаты комковатых или глобулярных зерен, имеющих тонкопористое и даже трубчатое строение [5], а также оскольчатые, игольчатые, проволоковидные зерна и агрегаты микронных золотинок, сцементированные между собой. Изредка встречаются хемо- и биогенные формы золотин. На данной территории установлено два типа проявлений золота – рудное и россыпное. По особенностям химического состава кроме высокопробного золота выделяются его разновидности в разной степени

обогащенные серебром, ртутью (0,05–24,39 %), палладием (0,06–1,19 %), медью и платиной. На зернах золота часто присутствуют экзотические пленки, сложенные интерметаллидами олова и свинца. Примесь ртути в составе золота отражает, по мнению ряда авторов [4] участие глубинных флюидов в его формировании. В толще средней юры, и нижележащих отложениях нижнего триаса Верхнекамской впадины, кроме повышенных содержаний золота установлена киноварь, самородная ртуть, флюорит, барит, являющиеся индикаторами низкотемпературного гидротермального процесса.

На участие восходящих флюидов в формировании рассматриваемых концентраций золота указывает наличие в его составе летучих компонентов, а также расположение участков повышенной золотонности и платиноносности в аллювии и коренных отложениях в непосредственной близости от тектонических нарушений. При этом можно предполагать, что разгрузка восходящих флюидов, или фаза ее наибольшей активности, вероятнее всего, была синхронна мезозойской тектоно-магматической активизации региона.

В данной связи можно отметить, относительно сближенное пространственное размещение проявлений золота в Верхнекамской впадины и алмазов, в Красновишерском районе Среднего Урала. Исследования последних двух десятилетий показали связь россыпной алмазности этого района с распространением своеобразной группы пород, не имеющей устоявшегося общепризнанного названия и именуемой – туффизитами, ксенотуффизитами, флюидолитами [6, 7]. Предполагается, что такие породы образуются в результате взаимодействия глубинного высокотемпературного флюида с приповерхностными образованиями земной коры. Ведущим процессом их формирования является внедрение (инъекция) флюида в осадочную толщу и ее преобразование. Подобные образования были обнаружены и в других районах Восточно-Европейской платформы [8–10], что свидетельствует о более широком, развитии это группы пород, чем это считалось ранее.

*Ладожская моноклиналь* расположена к югу от г. Санкт-Петербурга и вытянута в субширотном направлении от побережья Финского залива до южного Приладожья. Эта территория приурочена к области структурного сочленения Балтийского щита и Русской плиты, где фундамент имеет блоковое строение.

На севере Ладожской моноклинали выявлено несколько урановорудных объектов (месторождение Славянское, Рябиновское, Ратницкое), локализованных в базальных средневендских отложениях (гдовский горизонт) и в верхней части фундамента. Кварцевые и аркозовые песчаники гдовского горизонта мощностью 1–3 м, залегают на гидрослюдисто-каолининовой коре выветривания мощностью от первых метров до десятков метров (в среднем около 10 м), ее мощность возрастает вблизи зон тектонических нарушений.

В породах гдовского горизонта и коре выветривания установлены признаки полициклической гидротермальной проработки, время проявления которой синхронно периодам тектоно-магматической активизации, о чем свидетельствует возраст руд (по изотопам свинца), составляющий от 600–500 и 400–380 и 230–175 и 5 млн лет.

При изучении месторождений был установлен факт поступления урана и его элементов-спутников на границу фундамента и осадочного чехла, реализованного при участии восходящих флюидных потоков [11]. Данный вывод требует пристального изучения состава и строения фундамента направленного на выявления и картирование долгоживущих флюидопроводящих зон – каналов миграции флюидных потоков.

Обращает на себя внимание то, что здесь же, на севере Ладожской моноклинали, в отложениях ордовика в виде узкой полосы субширотного простирания распространены углеродистые диктионемовые сланцы, к которым приурочены, пять месторождений урана (Котловское, Раноловское, Кайболовское, Куммолдовское и Красносельское) со средним содержанием урана 0,02–0,035 % [12]. Сланцы также характеризуются повышенным количеством V, Mo, Re, платиноидов и целого ряда других элементов [13]. На отдельных участках, в частности, в южном Приладожье, сланцы залегают непосредственно над урановорудными объектами, находящимися в базальных отложениях венда, что заставляет допустить наличие их генетической связи и существования проницаемых долгоживущих зон.

В формировании таких рудных систем с локализацией, в частности, уранового оруденения на нескольких уровнях (вендский, ордовикский) могли принимать участие процессы вертикальной циркуляции вещества посредством миграции флюидов, по проницаемым зонам (разломы, зоны трещинноватости) секущим, как осадочный чехол, так и фундамент.

Еще одним свидетельством активности флюидопроницаемых зон Ладужской моноклинали, являются пока еще слабоизученные Турышкинская, Котловская, Сумская, Правобережная и Дудергофская «криптовулканические» структуры, которые рассматриваются рядом авторов в качестве геолого-геоморфологических аномалий [14]. Происхождение их дискуссионно. Некоторые авторы трактуют их образование с точки зрения гляциотектоники, что противоречит ряду особенностей их геологического строения, наличию неоднородностей фундамента на участках их размещения, кольцевой морфологии, а также присутствию в районе этих объектов специфических, нетипичных для региона, ассоциаций шлиховых минералов и др. Так, вблизи этих структур и в керне скважин установлены магнитные и немагнитные сферулы, муассонит, самородное железо, никелистое и хромистое железо, пластинок стекла и пузырчатого шлака, флюорит, борнит, галенит, минералы-спутники алмаза – хромдиопсид, хромшпинелид, пикроильменит, пирокластический материал, представленный микроблоками тектитоподобных частиц. Наличие перечисленным минералов в сочетании в тектоническими нарушениями, имеющими глубинный характер и проявленными как в рельефе отдельных горизонтов осадочного чехла, так и в строении фундаменте свидетельствует о глубинном заложении таких объектов и участии флюидов в их формировании.

Южнее Ладужской моноклинали в пределах *северо-западной части Московской синеклизы* при проведении шлихового опробования было установлено повышенное содержание тонкого золота, среднее содержание которого в песчано-гравийных отложениях составляет 13,6 мг/м<sup>3</sup> (по данным ГГУП «Минерал»). Было установлено относительное обогащение тонким золотом четвертичных и современных аллювиальных отложений развитых как в северо-западной, так и в центральной части Русской плиты [15, 16].

На территории Боровичско-Тихвинского района в результате шлихового опробования в рамках работ по ГДП-200 (ГТП «Севзапгеология») установлены повышенные концентрации золота в пределах полос субмеридионального простирания шириной 2,5–3 км и протяженностью около 20–30 км. Выявлено несколько пунктов коренной минерализации золота: в песчаниках льянской свиты верхнего девона, в углистых глинах алексинского и тульского горизонтов нижнего карбона. Содержание золота в пробах составляет 0,1–0,3 г/т.

Кроме того, в пробах присутствуют платиноиды (0,68–1,23 г/т). Южнее, на Валдайской гряде на фоне слабозолотоносных ледниковых отложений (до 5–10 г/т) был локализован участок с повышенным содержанием золота до 200 г/т, находящегося в сростках с галенитом, пиритом, сфалеритом и антимонитом [16].

Наряду со знаками золота в четвертичных отложениях северо-запада Московской синеклизы диагностированы неокатанные зерна платиноидов – спериллита и иридий-платины, самородный осмий, самородный иридий, платино-железистые сплавы, лаурит, а также арсенипирит, барит, которые свидетельствуют о возможном наличии близрасположенных коренных источников благороднометальной минерализации в фундаменте, а поступление рудных компонент через мощный осадочный чехол осуществлялось, вероятнее всего, за счет движения восходящих флюидных потоков по зонам тектонической нарушенности, характеризующихся повышенной проницаемостью. Для образования скоплений платиноидов в углях и углистых глинах нижнего карбона, вероятнее всего, также следует предполагать вертикальную полихронную миграцию восходящих флюидов по зонам тектонической нарушенности.

В качестве основного источника золота для четвертичных отложений гляциального генезиса рассматриваются промежуточные коллекторы, находящиеся в разновозрастных отложениях чехла. В коллекторы золото поступало как при разрушении Балтийского щита, так и за счет его миграции с высокоминерализованными растворами по ослабленным тектоническим зонам, однако, масштабы таких поступлений оценить достаточно сложно.

В качестве возможного механизма формирования концентраций золота можно принять концепцию холодной углеводородной дегазации [17]. Длительный подъем углеводородов по микротрещинам может создавать локальные зоны различного размера, в которых происходит целый ряд химических преобразований обусловленных активностью микробов, использующие газообразные и жидкие углеводороды, что прямо или косвенно изменяет pH и Eh вокруг путей их подъема. Это приводит к изменению полей стабильности различных минералов, имеющих в данной системе, и в конечном итоге происходит растворение, осаждение и ремобилизация некоторых минеральных видов или элементов. Мигрирующие к поверхности углеводороды создают условия благоприятные для осаждения ряда металлов (свинец, уран, золо-

то, цинк). В качестве источников углеводородов могли выступать залежи углеводородов в породах чехла и фундамента.

Перспективны *алмазоносности северо-запада Русской плиты*, и в частности, северо-западного крыла Московской синеклизы [18–20] связаны со среднепалеозойской ( $D_3-C_1$ ) эпохой тектоно-магматической активизации.

По результатам шлихоминералогического опробования на востоке Новгородской и Ленинградской областей в 70–90-х годах XX века были обнаружены минералы-спутники и единичные зерна алмаза в девонских, «базальных» раннекаменноугольных и четвертичных отложениях [19, 21]. В шлиховых пробах и протолочках из керна ряда скважин были обнаружены обломки пирокластиков (обломки шлака, пузырчатого вулканического стекла и др.), магнитные и немагнитные сферулы, золото, киноварь, галенит, барит, сурик и др. В некоторых случаях на поверхности кристаллов минералов-спутников алмаза отсутствуют признаки гипергенных изменений и следы дальнего механического переноса, что указывает на близость их коренных источников.

Обращает на себя внимание приуроченность участков обнаружения алмазов и их минералов спутников к проницаемым (флюидопроницаемым) линейно вытянутым зонам, часть из которых находит проявление в геофизических полях [19], материалах космического зондирования [22, 23].

Об участии глубинных, пока еще слабоизученных, процессов на территории северо-запада Русской плиты свидетельствуют, в частности, находки ксеногенных зерен в составе девонских отложений востока Главного девонского поля [24] и прослоев бентонитов в нижнекаменноугольных отложениях на востоке Ленинградской области у пос. Пикалево [25]. Кроме самих прослоев бентонитов здесь были установлены подводящие каналы, по которым проходила разгрузка низкотемпературных (120–150 °C) флюидов в осадочный бассейн. Подводные разгрузки проявилась на границе веневского и тарусского веков, и привели к гибели сообществ бентосных организмов, обитавших в палеобассейне. В этом же районе в окрестностях г. Бокситогорска в толще известняков среднего карбона при бурении были выявлены брекчии, характеризуются аномально высоким содержанием Sb, Be, Co, Ag, As, Pt, Mo, Sn [26].

*Восточная часть Вологодской области.* Здесь, в отложениях верхней перми (полдарская и соларевская свита), установлено повышенное содержа-

ние золота, в ассоциации с молибденитом, азуритом, халькопиритом, ковелином, хромшпинелидом, хромдиопсидом, шеелитом, пиропом, перовскитом, корундом, шпинелью и другими, относительно редкими для данной территории минералами. Сравнительно повышенное содержание золота установлено и в терригенных отложениях нижнего триаса (вохминская свита) [27]. Обращает на себя внимание приуроченность всех установленных участков с золотом к краевым частям Среднерусского авлакогена.

В четвертичных отложениях района установлены, пока еще слабо изученные, признаки россыпной золотоносности [27, 28]. В некоторых пробах совместно с золотом установлена киноварь и мелкие пластинки самородного серебра, а также шеелит, пироп, перовскит, халькопирит. Форма золотин очень разнообразна, что может указывать на их местное происхождение. В составе золота установлена примесь ртути, серебра и меди.

О проявлении тектонической активности и связанной с ней вулканической деятельности на территории востока Вологодской области свидетельствует обнаружение в отложениях перми и нижнего триаса вулканогенные отложения, а также магматические образования ультраосновного состава [29]. С мезозойской эпохой активизацией, также связано формирование трубок взрыва, выявленные на Илезской площади [30].

Несомненно, вулканическая деятельность сопровождалась поступлением в зону осадконакопления термальных вод, которые могли активизировать перераспределение подвижных компонентов осадков и их переотложению, с образованием рудных концентраций. О современной термальной активности данного района указывает обнаружение в одной из скважин у г. Солигалича термальной аномалии [30].

Таким образом, целый ряд фактов свидетельствует о наличии на востоке Вологодской области флюидопроницаемых зон, по которым происходило поступление восходящих флюидных потоков в осадочный чехол. Изучение региона с этих позиций может способствовать выявлению здесь золота, алмазов и других полезных ископаемых. Кроме того, рассмотренная модель углеводородного источника, как одного из факторов формирования скоплений тонкого золота в отложениях осадочного чехла, допускает поступление углеводородных флюидов с глубин, источником которых могут быть отложения, выполняющие Средне-Русский авлакоген.

*Кряж Карпинского* является граничной структурой отделяющей Восточно-Европейскую платформу и Скифскую плиту. Здесь выявлены уникальные по своей природе урановорудные (с золотом, фосфором и редкими землями) залежи костного детрита Ергенинского потенциально урановорудного района в отложениях майкопской серии, образование которых, как было установлено в последние годы, также связано с проявлением флюидных разгрузок [31]. Формирование рудных залежей синхронно проявлению повторяющихся во времени подводных флюидных разгрузок, сопровождающих процессы подводной вулканической деятельности. Рассматриваемые залежи приурочены к протяженным линейным тектоническим зонам субмеридианального простирания [32], которые интерпретируются в качестве трансрегиональных зон трещиноватости, о глубинном заложении которых свидетельствуют ряд аномалий гелия.

Своеобразным маркером активных зон поступления восходящих глубинных флюидов в отложениях осадочного чехла являются *битумные, битумно-урановые месторождения и рудопоявления*. На рассматриваемой территории яркими их примерами являются два месторождения – Репьевское в пределах Волго-Уральской нефтяной провинции и Бадельское на южном Тимане [33].

В осадочном чехле центральных регионов Русской плиты установлены и другие объекты, формирование которых, в той или иной степени, можно связывать с разгрузкой восходящих флюидов. К ним можно отнести область к югу от г. Москвы, где широко развиты угли Подмосквовного бурогоугольного бассейна специализированные на золото, и фосфориты средней юры, также содержащие золото. Повышенные содержания золота установлены и в четвертичных песчано-гравийных отложениях этого района. Здесь в отложениях среднего карбона (каширский горизонт) выявлена стратиформная минерализация флюорита (ратовкита), прослеженная на расстояние более 700 км. Ее генезис флюоритовой минерализации до конца не определен, однако, есть мнение, что она образовалась в результате насыщения морских вод глубинным флюидом и последующим осаждением ряда компонентов в осадках. В пользу такого предположения свидетельствуют данные по изучению аналогичной минерализации в пермских отложениях Западного Предуралья, где в флюиоритизированных карбонатных породах отмечается повышенное содержание Sr, Ba, Mo, Pb и Ag, а температура гомогенеза-

ции газовой-жидких включений во флюорите составляет 150–190 °С, что свидетельствует об их гидротермально-метасоматической природе [34].

### Обсуждение результатов

Рассмотренные материалы по нетипичным проявлениям россыпного золота, в ассоциации с платиной, ртути, флюорита (ратовкита) и других полезных ископаемых в осадочных комплексах Европейской части России показывают, что на данной территории они не единичны, приурочены к отложениям различного возраста и имеют региональное распространение. Все они в той или иной степени приурочены к линейным зонам повышенной проницаемости, имеющим тектоническую природу и являющихся своеобразными каналами для миграции восходящих флюидных потоков. Положение таких зон определяется расположением долгоживущих тектонических нарушений глубинного заложения, часть из которых проявленных не только в фундаменте, но и в перекрывающем его осадочном чехле в виде пликативных нарушений, валов, флексур и купольных структур. В пределах платформенного чехла Восточно-Европейской платформы они чаще всего приурочены к краевым частям погребенных палеорифтов (авлакогенов) или областям, разделяющим жесткие блоки фундамента. Спецификой таких областей является сквозной характер тектонических нарушений, и наличие, концентрических морфоструктур, а также повышенной интенсивностью экзогенных процессов (усиление глубинной эрозии и связанной с ней перестройкой речной сети, карстовыми процессами), наличием спрямленных речных долин, концентрическим рисунком гидросети и т.д. В отложениях чехла часто фиксируются следы эндогенных процессов – прослои изверженных пород, примесь пирокластического материала, ртутная, флюоритовая, редкоземельная, полиметаллическая и другие виды минерализации, флюидолиты, трубки взрыва, и связанные с ними находки алмазов и минералов-спутников. Здесь же установлены геохимические, геофизические и минералогические аномалии, отмечается высокая плотность разломов и повышенная проницаемость литосферы. Механизмы формирования рудных скоплений в пределах зон флюидной разгрузки слабо изучены, и определяются как конкретными геологическими (состав фундамента и осадочного чехла, наличие специализированных комплексов, проницаемость, обводненность и др.) и структурными (плотность разрывных нарушений, длительность их развития и

др.) условиями района, так и составом и подвижностью флюида. При этом можно предполагать, что именно эти параметры являются ведущими для рудной специализации зоны. Анализ фактического материала, представленного в статье, показал наличие существенных пробелов в изученности механизмов реализации флюидных разгрузок и характеристики их продуктов, представленных мелкодисперсными образованиями. Для диагностики флюидопроводящих зон и их последующей типизации, могут быть использованы геофизические и геохимические (аномалии в породах, водах, атмосфере и др.) и, в частности, изотопные методы, а также методы, активно использующие материалы дистанционного зондирования. Принимая во внимание трудности выявления признаков флюидного воздействия на породы осадочного чехла и фундамента, необходим комплексный системный подход к выбору методов исследования. Важное место среди них должны занять минералогические исследования, направленные на выявление индикаторов такого рода воздействий. Ими могут быть вулканические стекла, брекчии, туфы, минералы-спутники алмаза, зерен остроугольной формы с незначительным механическим износом, а также гидротермально-метасоматические образования, связанных с окварцеванием, карбонатизацией, сульфидизацией, серпентинизацией, флюоритизацией и др. Особого внимания заслуживают геохимические и изотопные аномалии, а также пункты минерализации и рудопроявлений битумов, золота, ртути, урана, ванадия, молибдена, рения, марганца, благородных металлов и др.

Своеобразными маркерами проявления в осадочном чехле восходящих глубинных флюидов является ртуть, гелий, метан, специфическое тонкое и ультратонкое золото, самородные металлы (интерметаллиды), муассонит и др.

### Заключение

Сделанное обобщение материалов по различным рудным объектам (золото, платина, уран, и др.) локализованным в плитных комплексах Восточно-Европейской платформы показывает, что в их формировании принимали участие восходящие флюидные потоки, поступающие по проницаемым зонам, имеющим тектоническую природу.

Установлено, что ряд полезных ископаемых нетипичных для осадочного чехла региона размещается в пределах определенных, часто линейных, зон полихронного развития приуроченных к крупным тектоническим нарушениям глубинного зало-

жения. В ряде случаев такие зоны контролируются разветвленной системой погребенных палеорифтов (авлакогенов) испытывавших тектоническую и (или) тектоно-магматическую активизацию. Минералогическими и геохимическими маркерами восходящих флюидных потоков является ртуть, гелий, интерметаллиды, флюорит (ратовкит), агрегатное золото, магнитные сферулы, барит, минералы-спутники алмаза и др.

Проведенные исследования позволили выявить на территории Европейской части России ряд участков (восток Воронежской антеклизы, Верхнекамская впадина, Ладужская моноклиналь, северо-запад Московской синеклизы, восток Вологодской области, кряж Карпинского и др.) в пределах которых установлены флюидопроницаемые зоны, контролирующие размещение нетипичных для региона проявлений полезных ископаемых. Рассмотренные в статье примеры и обоснованный на их базе новый подход к изучению комплексной рудоносности осадочных комплексов платформ, учитывающий поступлением разнообразных по составу флюидов в зону литогенеза, может найти применение при проведении прогнозных и поисковых работ на мелкое и тонкое золото, уран, алмазы и другие полезные ископаемые в пределах платформенных областей. Возможность выделения на обширных территориях относительно компактных потенциально рудоносных зон, перспективных на целую группу полезных ископаемых свидетельствует о необходимости более широкого использования предложенного подхода при проведении металлогенического анализа платформенных областей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Беленицкая Г. А. Типы седиментогенеза: расширенный вариант классификации / Г. А. Беленицкая // Отечественная геология. – 2008. – № 3. – С. 29–45.
2. Савко А. Д. Эксгальационно-осадочная металлоносность Воронежской антеклизы – новые горизонты поисков рудных месторождений в осадочном чехле. Статья 2. Новые данные, критерии оценки площадей, прогноз рудоносности, перспективные участки / А. Д. Савко [и др.] // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия: Геология. – 2000. – Вып. 5 (10). – С. 126–136.
3. Шатров В. А. Индикаторные возможности лантаноидов для оценки тектонической активности фундамента (на примере Воронежской антеклизы) / В. А. Шатров [и др.] // ДАН РАН. – 2008. – Т. 423, № 5. – С. 672–673.
4. Наумов В. А. Золото Верхнекамской впадины / В. А. Наумов [и др.]. – Кудымкар : Коми-Пермяцкое кн. изд., 2003. – 218 с.

5. *Наумов В.А.* Морфология и состав агрегатного золота Верхнекамской впадины / В. А. Наумов [и др.] // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П. Н. Червинского : сб. науч. ст. – Пермь. – 2004. – Вып. 6. – С. 253–257.
6. *Рыбальченко А. М.* О новом типе коренных источников алмазов на Урале / А. М. Рыбальченко [и др.] // Доклады РАН. – 1997. – Т. 353, № 1. – С. 90–93.
7. *Чайковский И. И.* Петрология и минералогия интрузивных алмазоносных пирокластитов Вишерского Урала / И. И. Чайковский. – Пермь : Изд-во Перм. ун-та, 2001. – 324 с.
8. *Казак А. П.* Инъекционные туффзиты в Золотицкого кимберлитового поля / А. П. Казак, К. Э. Якобсон // Очерки по геологии и полезным ископаемым Архангельской области. – Архангельск, 2000. – С. 103–114.
9. *Якобсон К. Э.* Флюидно-эксплозивные образования в осадочных комплексах / К. Э. Якобсон [и др.]. – СПб., 2008. – 38 с.
10. *Енгальчев С. Ю.* Геолого-геохимические особенности инъекционных жил туффзитов из среднедевонских песчаников юго-запада Ленинградской области / С. Ю. Енгальчев // Вестник СПбГУ. Серия. 7 : Геология и география. – 2007. – Вып. 4. – С. 3–15.
11. *Зайцев В. С.* О флюидно-эксплозивной модели уранового оруденения зоны предвендского несогласия юго-восточного склона Балтийского щита / В. С. Зайцев // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов : инф. сб. – М. : ВИМС, 2002. – Вып. 144. – С. 33–38.
12. *Михайлов В. А.* Диктионемовые сланцы Прибалтийского бассейна – перспективный объект промышленного освоения на уран и другие полезные ископаемые / В. А. Михайлов, В. Я. Чернов, В. К. Кушнеренко // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов : инф. сб. – М. : ВИМС, 2006. – Вып. 149. – С. 92–98.
13. *Вялов В. И.* О металлоносности диктионемовых сланцев Прибалтийского бассейна / В. И. Вялов, Ю. Б. Миронов, И. А. Нежинский // Минеральные ресурсы. – 2010. – № 5. – С. 19–23.
14. *Малаховский Д. Б.* Геолого-геоморфологические аномалии на севере Европы / Д. Б. Малаховский, А. В. Амантов // Геоморфология. – 1991. – № 1. – С. 85–95.
15. *Мигачев И. Ф.* Перспективы золотоносности Восточно-Европейской платформы / И. Ф. Мигачев, С. С. Калиниченко, А. И. Романчук // Отечественная геология. – 1995. – № 3. – С. 53–57.
16. *Калиниченко С. С.* Основные типы золотосодержащих месторождений осадочного чехла центральной части Восточно-Европейской платформы / С. С. Калиниченко [и др.] // Руды и металлы. – 1995. – № 6. – С. 5–15.
17. *Schumacher D.* Hydrocarbon-induced alteration of soils and sediments / D. Schumacher // Schumacher D. Hydrocarbon migration and its near-surface / D. Schumacher, M. A. Schumacher. – Amen. Ass. Per. Geol. Memoir. – 1996. – Vol. 66. – P. 71–89.
18. *Ваганов В. И.* Центральная часть Восточно-Европейской платформы – новая алмазоперспективная территория / В. И. Ваганов [и др.] // Руды и металлы. – 1996. – № 2. – С. 10–17.
19. *Константиновский А. А.* К проблеме алмазоносности северо-западной части Русской плиты / А. А. Константиновский [и др.] // Литология и полезные ископаемые. – 1998. – № 3. – С. 258–267.
20. *Михайлов М. В.* Перспективы обнаружения на Русской платформе новых среднепалеозойских месторождений алмазов / М. В. Михайлов [и др.] // Региональная металлогения и металлогения. – 2000. – № 12. – С. 158–177.
21. *Панова Е. Г.* О находке алмазов в среднем течении р. Мста (Новгородская область) / Е. Г. Панова, А. П. Казак // Зап. Всерос. минерал. о-ва. – 2002. – № 1. – С. 45–47.
22. *Серокуров Ю. Н.* Особенности глубинной структуры Новгородско-Тверской площади в связи с перспективами ее алмазоносности / Ю. Н. Серокуров, В. Д. Калмыков, Д. В. Макаров // Руды и металлы. – 1999. – № 6. – С. 12–18.
23. *Енгальчев С. Ю.* О результатах использования материалов космического зондирования при прогнозировании алмазоносных площадей на северо-востоке Новгородской области / С. Ю. Енгальчев // Разведка и охрана недр. – 2010. – № 6. – С. 8–11.
24. *Панова Е. Г.* Минералогические особенности девонских терригенных пород северо-запада Русской платформы в связи с проблемой их алмазоносности / Е. Г. Панова, А. П. Казак, К. Э. Якобсон // Зап. Всерос. минерал. о-ва. – 2004. – Ч. 133, № 3. – С. 12–24.
25. *Харлашин А. П.* Бентониты северо-запада России: особенности регионального распространения, условия локализации месторождений, проблема генезиса / А. П. Харлашин, Н. Г. Шатков // Региональная геология и металлогения. – 2003. – № 18. – С. 122–132.
26. *Енгальчев С. Ю.* Строение и генезис структуры «Бубровец» на востоке Ленинградской области / С. Ю. Енгальчев // Региональная геология и металлогения. – 2008. – № 36. – С. 40–48.
27. *Киселев И. И.* Поиски древних и современных россыпей золота в Вологодской области / И. И. Киселев, Е. А. Глазов // «Геология и минеральные ресурсы Вологодской области : сб. науч. тр. – Вологда : Русь, 2000. – С. 112–133.
28. *Матвеева Е. В.* Экзогенная золотоносность северо-востока Русской платформы: предпосылки освоения / Е. В. Матвеева [и др.] // Руды и металлы. – 2002. – № 4. – С. 16–26.
29. *Труфанов А. И.* Первая находка раннемезозойских щелочных ультраосновных магматических пород на севере Русской плиты / А. И. Труфанов, В. Л. Масайтис // Региональная геология и металлогения. – 2007. – № 30–31. – С. 30–34.

30. *Буслович А. Л.* О мезозойской тектонической и магматической активизации севера Московской синеклизы (в пределах Вологодской области) / А. Л. Буслович // Геология и минеральные ресурсы Вологодской области : сб. науч. тр. – Вологда : Русь, 2000. – С. 72–79.

31. *Шарков А. А.* Ураново-редкометалльные месторождения Мангышлака и Калмыкии, их генезис / А. А. Шарков. – М. : Эслан, 2008. – 220 с.

32. *Короновский Н. В.* Линеаменты Большого Кавказа и Предкавказья по изображениям на космических

снимках и их геологическое истолкование / Н. В. Короновский // Вестник Моск. ун-та. Серия 4: Геология. – 1984. – № 6. – С. 7–18.

33. *Машковцев Г. А.* Уран российских недр / Г. А. Машковцев. – М. : ВИМС, 2010. – 850 с.

34. *Пузанов Л. С.* О температурах образования «ратовкита» из бассейна р. Сылвы (Пермское Приуралье) / Л. С. Пузанов // Докл. АНСССЗ. – 1972. – Т. 207, № 5. – С. 1204–1207.

*ФГУП «ВСЕГЕИ», г. Санкт-Петербург  
С. Ю. Енгальчев, старший научный сотрудник  
Тел. 8 (812) 328-92-32  
sleng2005@mail.ru*

*A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute  
(VSEGEI), Sankt-Petersburg  
S. Yu. Engalychev, senior scientific worker  
Tel. 8 (812) 328-92-32*